Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Físicas
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos

Análisis de la captación y línea de conducción Ahuashiyacu en la región San Martín, departamento San Martín, provincia San Martín, distrito Banda de Shilcayo

MONOGRAFÍA TÉCNICA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Edwin Enver CHOQUE SINARAHUA

Lima, Perú

2008

Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

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

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

Referencia bibliográfica

Choque, E. (2008). *Análisis de la captación y línea de conducción Ahuashiyacu en la región San Martín, departamento San Martín, provincia San Martín, distrito Banda de Shilcayo*. Monografía Técnica para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que hicieron posible la realización del presente trabajo.
A la empresa EMAPA SAN MARTÍN S.A. por encargarme el desarrollo del presente trabajo y permitir desarrollarme profesionalmente en la especialidad de Hidráulica, así como poder colaborar con el desarrollo y bienestar de mi distrito natal.
A la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos por la formación que me dio durante los años de estudio y de la cual me siento muy orgulloso.
A mi familia por el apoyo y soporte incondicional, por el empuje en todo momento y el aliento constante.

ÍNDICE

		Pág.
RESUMEN		4
INTRODUCCIÓN		5
OBJETIVOS		6
CAPÍTULO I	ANTECEDENTES	7
1.0	Generalidades	7
1.2	Ubicación	7
1.3	Clima	11
1.4	Características Físicas de la localidad	11
1.5	Características Socioeconómicas	11
1.6	Población Beneficiaria	12
CAPÍTULO II	MARCO TEÓRICO	13
2.1	Sistema de Abastecimiento de Agua	13
2.1.1	Captación	13
2.1.2	Línea de Conducción	15
2.1.3	Accesorios	16
CAPÍTULO III	ANÁLISIS DEL SISTEMA	17
3.1	Descripción del Sistema existente	17
3.2	Evaluación de Sistema Actual	18
3.2.1	Captación	18
3.2.2	Desarenador	32
3.2.3	Aforo con Medidor Ultrasónico	32
3.2.4	Línea de Conducción	34
CAPÍTULO IV	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
PANEL FOTOGRÁFICO		40
BIBLIOGRAFÍA		44
ANEXOS		45

RESUMEN

El presente trabajo analiza un problema existente en el distrito de La Banda de Shilcayo en la provincia de San Martín del Departamento de San Martín de la Región del mismo nombre, el problema se refiere al abastecimiento insuficiente de agua potable a su población. En el capítulo I se detallan los antecedentes del estudio.

En el capítulo II se muestra un marco teórico que contiene las definiciones y parámetros utilizados para el análisis de los componentes del sistema de captación y conducción hidráulica en estudio.

Este trabajo cuenta con tres procesos bien definidos y muy importantes en la ingeniería que se detallan en el capítulo III: una verificación del cálculo del dimensionamiento de las estructuras de captación mediante fórmulas clásicas, una evaluación de manera experimental en el desarenador con el aforo realizado en esta estructura hidráulica, y un modelamiento de la línea de conducción con el uso del software Watercad.

La ingeniería cuenta con muchas herramientas o varios procedimientos para solucionar los problemas presentados, y este trabajo es prueba de ello; las conclusiones y recomendaciones son mostradas en el capítulo IV.

INTRODUCCIÓN

El distrito de la Banda de Shilcayo, de la Provincia de San Martín del departamento del mismo nombre, se abastece de agua potable mediante una captación en el río Ahuashiyacu, que fue diseñada para captar un caudal de 120 l/s (0,120 m^3/s) según expediente técnico y fue construida en el año de 1995; sin embargo el caudal aforado al ingreso de la planta de tratamiento es menor al de diseño, manteniéndose en promedio en 75 l/s (0,75 m^3/s) sin alcanzar el caudal para el que fue diseñada.

Con el transcurrir de los años y con el crecimiento poblacional acelerado en el distrito de la Banda de Shilcayo, el caudal captado se hace insuficiente para abastecer de manera adecuada al mencionado distrito. Por tanto es necesario analizar y determinar la causa de las deficiencias que impiden captar el caudal diseñado.

La optimización de la captación y línea de conducción de Ahuashiyacu, objeto del presente trabajo, consta de una revisión de cálculos de dimensionamiento de la captación y una simulación de la línea de conducción para comprobar si los valores hallados fueron determinados correctamente, para después establecer las acciones a tomar.

OBJETIVOS

a) Generales

- Analizar el sistema de captación y conducción Ahuashiyacu.
- Hallar la causa de la disminución de caudal.

b) Específicos

- Recalcular las dimensiones de las estructuras de captación.
- Realizar un aforo en el desarenador.
- Contrastar los resultados del aforo con un medidor ultrasónico.
- Analizar el comportamiento hidráulico de la línea de conducción.

CAPÍTULO I : ANTECEDENTES

1.1 GENERALIDADES

El distrito de La Banda de Shilcayo cuenta con una población actual de 26,198 habitantes asentados en 6,774 viviendas [1]/, ha ingresado a una etapa de crecimiento vertiginoso principalmente por el proceso migratorio desde los departamentos de Cajamarca y Amazonas, zona norte del país y otras colidantes; que ha originado un crecimiento poblacional significativo (2.6% promedio anual entre los censos de 1,993 y 2,005 [2]/).

Los distritos de La Banda de Shilcayo y Tarapoto están separados por la cuenca del río Shilcayo, dichos distritos se comunican a través de un puente vehicular.

La población se dedica predominantemente a la agricultura, destacándose el cultivo de yuca, plátano y maíz. Las viviendas en su mayor parte son de adobe, con techo de calamina y de un solo piso, existen también casas modernas de material noble.

1.2 UBICACIÓN

1.2.1 Ubicación Geográfica

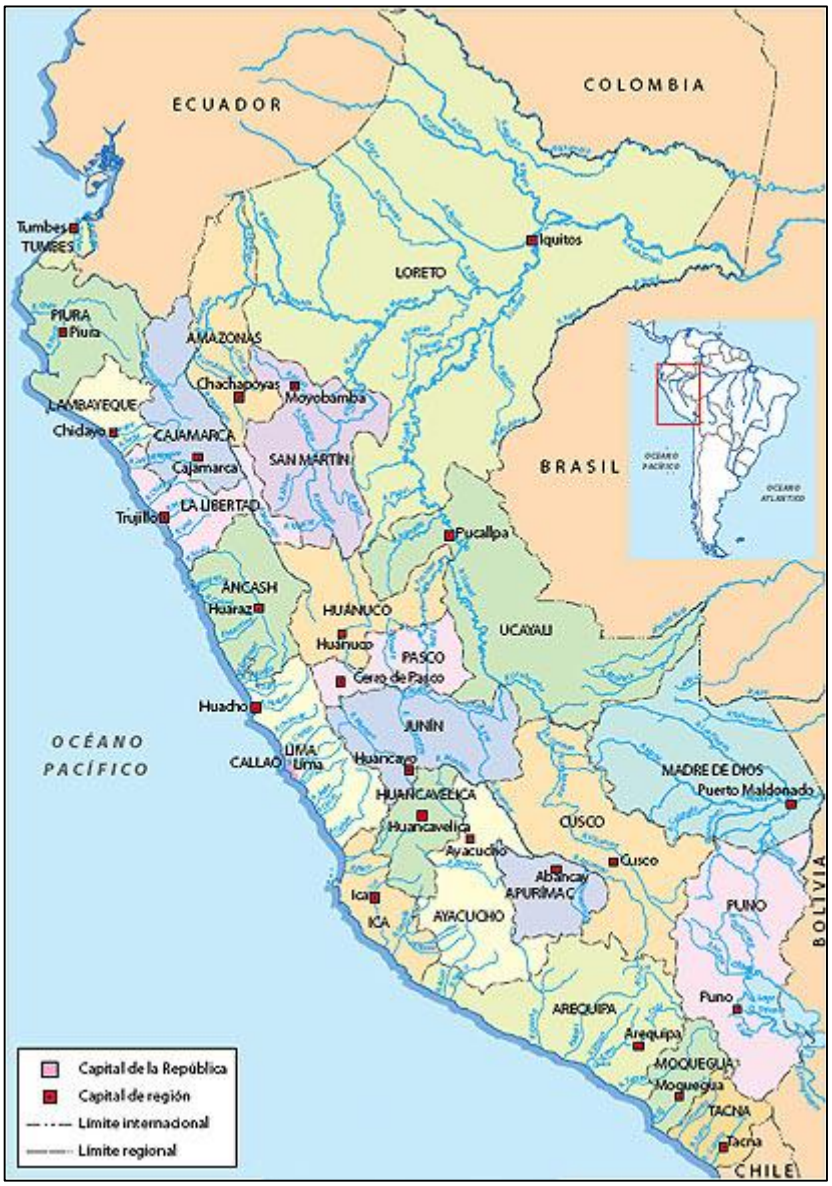
La zona en estudio se encuentra ubicada en la Región Selva, en la margen derecha del río Ahuashiyacu, perteneciente al distrito de La Banda de Shilcayo que se encuentra a una altitud promedio de 370 msnm y enmarcado entre las coordenadas UTM 9281600N – 9283300 N y 349100E – 354200E. Paralelos 6º32' y 6º35' de latitud sur y los meridianos 76º22' y 76º25' de longitud oeste.

1.2.2 Ubicación Política

Región	: San Martín
Departamento	: San Martín
Provincia	: San Martín
Distrito	: Banda de Shilcayo
Localidad	: Banda de Shilcayo

[1]/ Fuente: INEI, Censos de Población y Vivienda, Nov. de 2,005.
[2]/ Fuente: INEI, Censos de Población y Vivienda 1,993 y Censos de Población y Vivienda Nov. de 2,005.

Gráfico 1.1 Mapa político del Perú



1.2.3 Vías de Acceso

El acceso al área del proyecto, desde la ciudad de Lima por vía terrestre es a través de la carretera Panamericana Norte - Carretera Fernando Belaúnde Terry (24 horas) hasta la ciudad de Tarapoto, continuando a través de la carretera a Yurimaguas existiendo un desvío a la altura del Km. 3+000 para luego proseguir por la margen derecha con dirección al sector denominado Laguna Venecia y en una distancia aproximadamente de 1.5 Km se desvía a la margen derecha en una distancia aproximadamente de 0.70 Km se llega al terreno de EMAPA lugar donde se encuentran las estructuras del sistema de agua potable a evaluar.

El acceso desde la ciudad de Lima por vía aérea es de aproximadamente 01 hora al aeropuerto Cadete FAP Guillermo del Castillo Paredes de la ciudad de Tarapoto.

Gráfico 1.2 Región y Departamento de San Martín

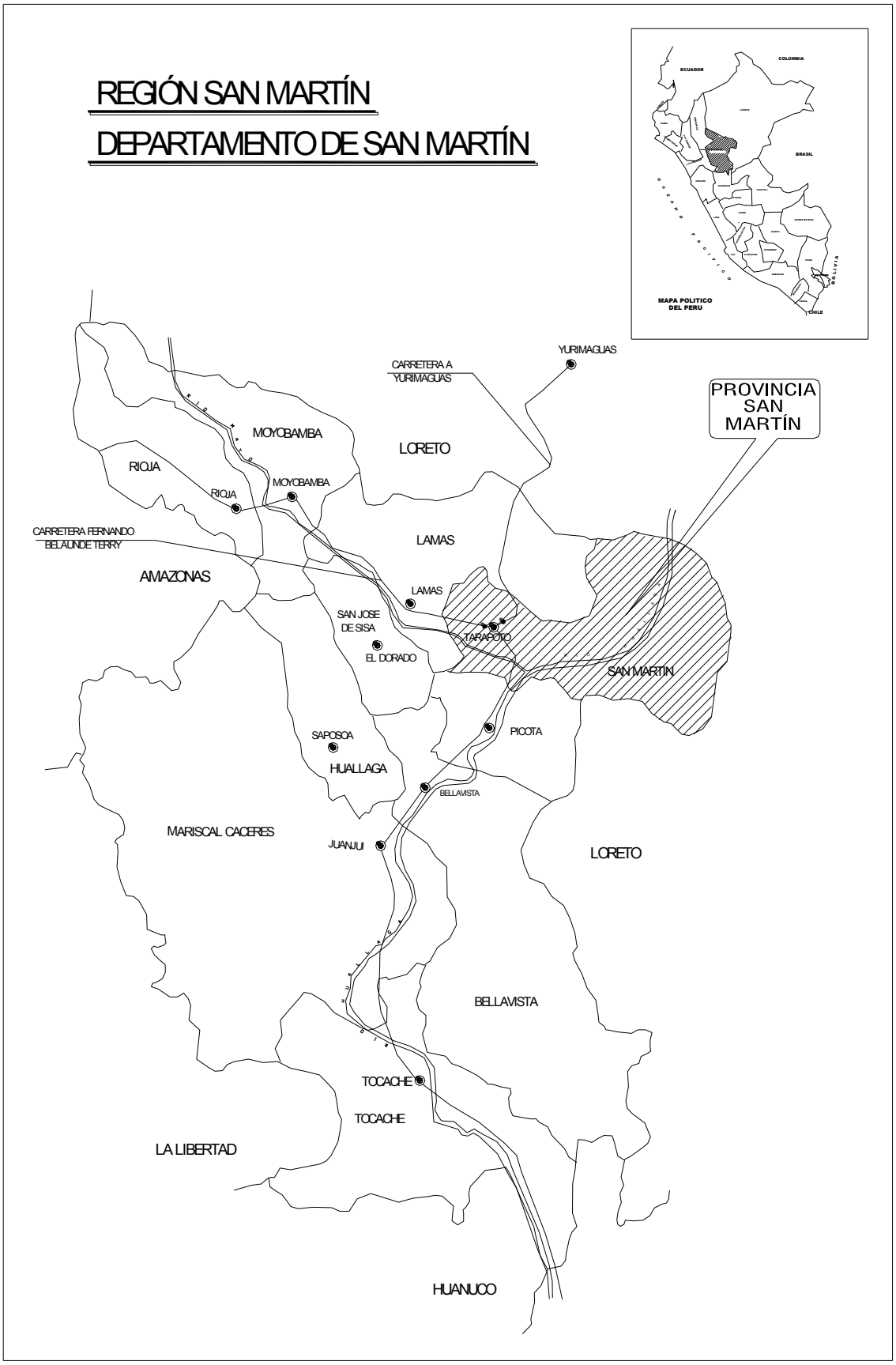
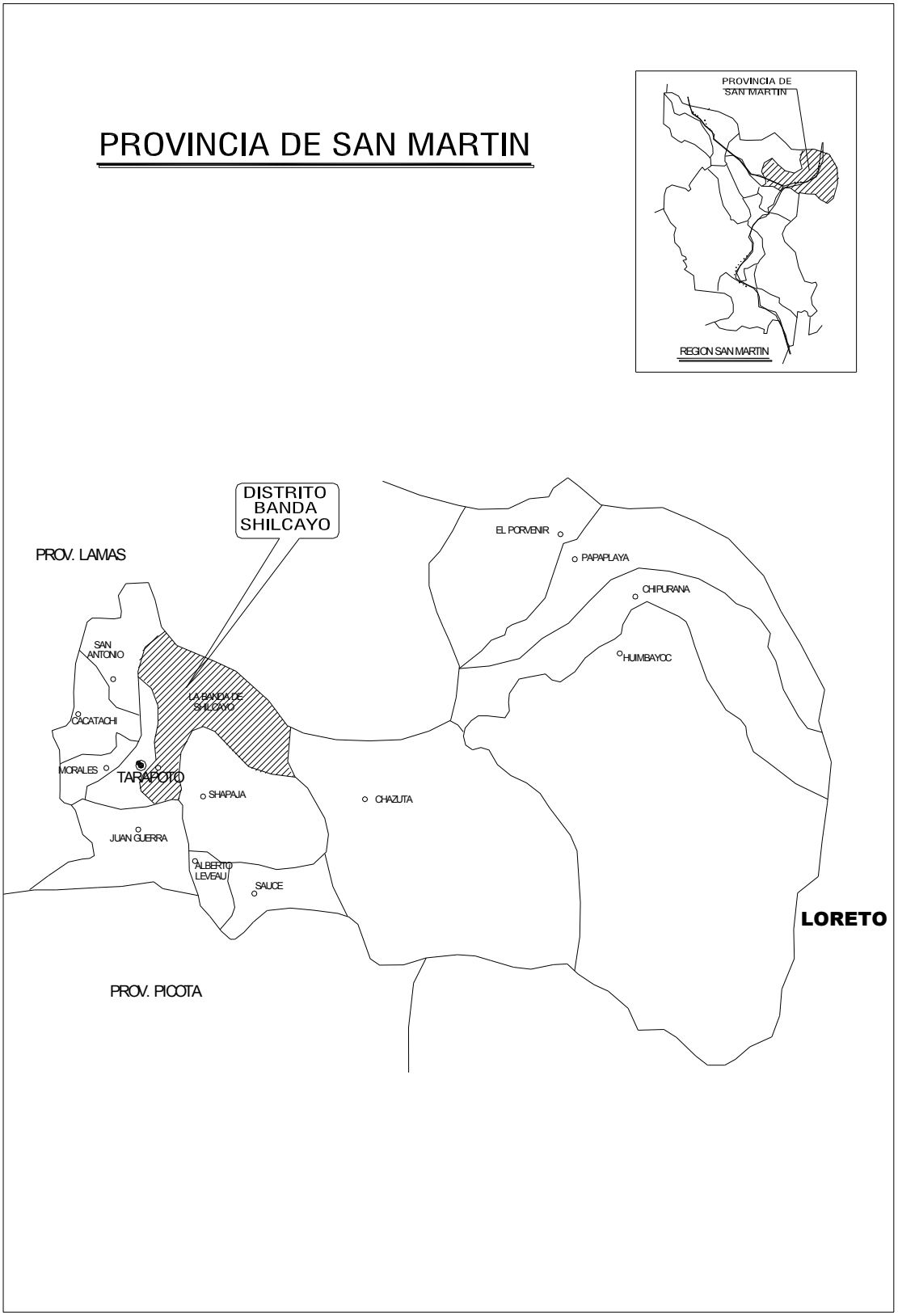


Gráfico 1.3 Provincia de San Martín



1.3 CLIMA

El territorio Distrital se localiza en el piso ecológico de selva baja que se caracteriza por su clima caluroso durante todo el año. A continuación se presentan los indicadores climáticos característicos para la provincia de San Martín y la zona donde se va a ejecutar el proyecto:

Indicadores Climatológicos

Descripción	**Verano**	**Invierno**
Temperatura Máx. (°C)	34	32
Temperatura Mín. (°C)	18	15
Precipitación mensual Máx. (mm)	116.2	200.1
Precipitación mensual Mín. (mm)	60.2	97.1
Humedad Relativa Máx. (%)	89	97
Humedad Relativa Mín. (%)	55	68

1.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA LOCALIDAD

La superficie está verde en todos los meses del año debido a la vegetación existente, la deforestación principalmente se debe al uso de los suelos para explotación ganadera o cultivos de la zona. El área de pastos permite la actividad pecuaria de vacunos de raza mejorada. Ver Foto Nº 01

1.5 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Las características socioeconómicas de los pobladores ubicados en el ámbito del proyecto se observan en el cuadro adjunto (Fuente EMAPA SA), donde se detalla la composición de la población ocupada de 15 y más años, por ocupación principal.

OCUPACIÓN	POBLACIÓN
Profesionales	8.15 %
Técnicos	8.15 %
Jefes y Empleados de Oficina	0.27 %
Trab. Calificados Serv.	14.40 %
Trab. Calificados Agric.	12.77 %
Trab. No Calificado Serv.	56.25 %

1.6 POBLACIÓN BENEFICIARIA

Considerando el total de la población, el distrito de la Banda de Shilcayo tiene 26,198 habitantes.

Se tiene una dotación de 161 l/hab/día estimada por la empresa de abastecimiento de agua EMAPA SAN MARTÍN S.A. (según estudios efectuados con tomas de lectura en medidores nuevos a una muestra de viviendas)

Caudal promedio: $Qp=\frac{Dot*población}{86400}$

Caudal máximo diario: Qmd= Qp*K1

Caudal máximo horario: Qmh= Qp*K2

Coeficiente de consumo máximo diario: K1 = 1.3

Coeficiente de consumo máximo horario: K2 = 2.5

Reemplazando los datos con los que se cuenta

Qp = 48.8 l/s

Qmd = 63.5 l/s

Qmh = 122.0 l/s

Actualmente la empresa EMAPA San Martín abastece solo a 18,996 habitantes, mediante sus redes de agua potable.

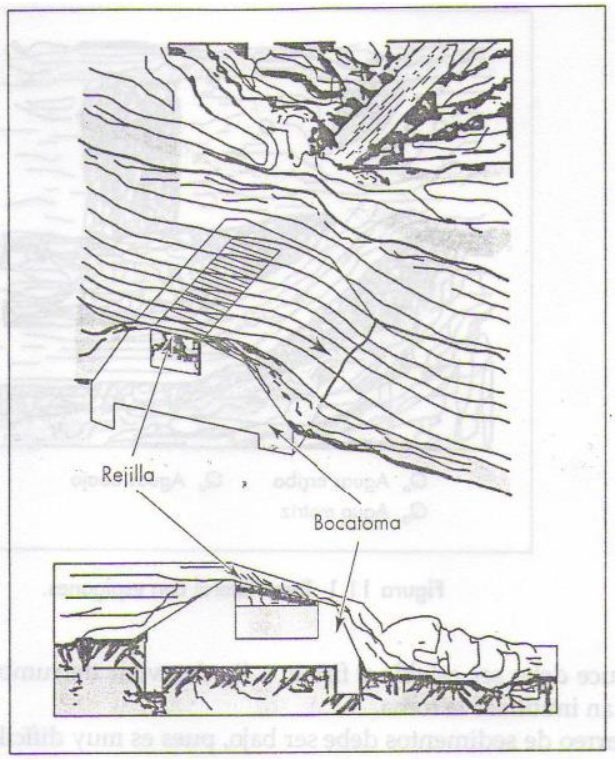
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

2.1.1 CAPTACIÓN

Una bocatoma, o captación, es una estructura hidráulica destinada a derivar desde un curso de agua, río, arroyo, o canal; o desde un lago; o incluso desde el mar, una parte del agua disponible en esta, para ser utilizada en un fin específico, como pueden ser abastecimiento de agua potable, riego, generación de energía eléctrica, acuicultura, enfriamiento de instalaciones industriales, etc.

Figura 2.1 Bocatoma Tirolesa y vista lateral



Tradicionalmente las bocatomas se construían, y en muchos sitios se construyen aun, amontonando tierra y piedra en el cauce de un río, para desviar una parte del flujo hacia el canal de derivación. Normalmente estas rudimentarias construcciones debían ser reconstruidas año a año, pues las avenidas las destruían sistemáticamente.

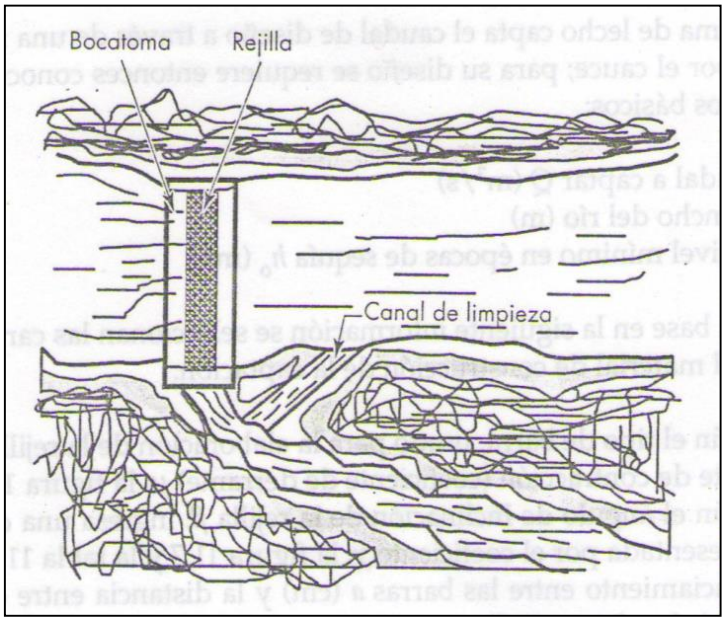
Las obras de toma o bocatomas son las estructuras hidráulicas construidas sobre un río o canal con el objeto de captar, es decir extraer, una parte o la totalidad del caudal de la corriente principal.

Las bocatomas suelen caracterizarse principalmente por el Caudal de Captación, el que se define como el gasto máximo que una obra de toma puede admitir.

En el Perú hay en operación un gran número de obras de toma para aprovechamiento hidráulico. El diseño de estas estructuras es casi siempre difícil y debe recurrirse tanto a métodos analíticos como a la investigación en modelos hidráulicos. La observación y análisis del comportamiento de las obras de toma en funcionamiento es muy importante. Los problemas que se presentan en una bocatoma son mucho más difíciles cuando se capta agua desde un río que cuando se hace desde un cauce artificial (canal).

Es necesario tener presente que la bocatoma es una estructura muy importante para el éxito de un proyecto. Si por una razón u otra se produce una falla importante en la obra de toma, esto significaría la posibilidad del fracaso de todo el Proyecto de Aprovechamiento Hidráulico. En consecuencia, tanto el diseño como la construcción, la operación y el mantenimiento de una obra de toma deben ofrecer el máximo de seguridad.

Figura 2.2 Vista superior de la bocatoma Tirolesa



Las bocatomas construidas técnicamente constan en general de las siguientes partes:

- Compuerta de control y cierre de la compuerta;
- Dispositivo para medir los niveles, aguas arriba y aguas abajo de la compuerta de control. Estos pueden ser simples reglas graduadas o pueden contar con medidores continuos de nivel y trasmisores de la información al centro de operación, el que puede contar con mecanismos para operar a distancia la compuerta;

Si se encuentran en ríos y arroyos, generalmente constan también de:

- Un vertedero para fijar la sección del curso de agua, tanto planimétricamente, como en cota, evitando de esta forma la migración del curso de agua en ese punto y su socavación, lo que podría dejar la bocatoma inoperante;
- Un canal de limpieza, provisto de compuertas, para permitir el desarenamiento de la aproximación a la bocatoma.
- Frecuentemente se completa la bocatoma con una reja y un desarenador, para evitar que el transporte sólido sedimente en el canal dificultando los trabajos de mantenimiento del mismo.

2.1.2 LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

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

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

c) La velocidad máxima admisible será:

En los tubos de concreto 3 m/s

En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC 5 m/s

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

d) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

Asbesto-cemento y PVC 0,010

Hierro fundido y Concreto 0,015

Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.

e) Para el cálculo de tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la tabla Nº1.

Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado. Ver tabla adjunto

Tabla 2.1

COEFICIENTES DE FRICCIÓN «C» EN LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS

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

2.1.3 ACCESORIOS

2.1.3.1 Válvulas de Aire

En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2,0 km como máximo.

Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión).

El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

2.1.3.2 Válvulas de Purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.

Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DEL SISTEMA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE DE ABASTECIMIENTO SUPERFICIAL

3.1.1 Captación

La Captación está ubicada a la margen derecha del río Ahuashiyacu en una cota topográfica de 441,14 msnm, tomándose el agua por gravedad mediante una captación tipo Tirolesa. La captación de concreto armado está compuesta por un dique vertedero longitudinal, el cual toma el agua del río para ser conducida hacia el desarenador ubicado aguas abajo.

Por las características de la fuente: caudales mínimo y máximo, sólidos en suspensión, palos y vegetación que arrastra en épocas lluviosas y por las características topográficas y de seguridad del terreno (rocas grandes) se optó por un dique con tanquilla o canal, ubicado en el cuerpo del mismo por debajo del vertedero de rebose. La entrada al canal está protegida contra el paso de material grueso o materia flotante, por medio de una rejilla, con barras orientadas paralelamente a la dirección de la corriente.

3.1.2 Línea de Conducción

El agua desarenada es conducida por gravedad hacia la planta de tratamiento Ahuashiyacu mediante una tubería de Ø 14” con una longitud de 2,4 km.

3.1.3 Planta de Tratamiento

La Planta Ahuashiyacu comprende: Dos presedimentadores de placas, un mezclador hidráulico de pantallas de flujo vertical, canales de recolección y distribución de agua floculada, y tres decantadores de placas paralelas. El sistema de filtración consta de una batería de siete filtros de tasa declinante y lavado mutuo. Los filtros tienen canales laterales de aislamiento, interconexión y cámara de contacto del cloro. La casa de química consta de sala de dosificación, almacén, sala de cloración, laboratorio y servicios higiénicos.

3.2 EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

3.2.1 CAPTACIÓN

Fuente : Río Ahuashiyacu

Geología del río : Lecho semirocoso

Caudal del río:

Según el Departamento de Riego del Ministerio de Agricultura (Sede San Martín) se tiene los siguientes caudales mensuales promedio:

MES	DESCARGA (m^3/s)
Enero	0,482
Febrero	0,475
Marzo	0,464
Abril	0,789 máxima (avenida)
Mayo	0,783
Junio	0,554
Julio	0,616
Agosto	0,499
Setiembre	0,485
Octubre	0,512
Noviembre	0,547
Diciembre	0,381 mínima (estiaje)

Cota de lecho de río en el punto de captación: 441 m.s.n.m.

Pendiente local de río: 3,5 %

Ancho local de río: 10 m

Ancho de vertedero sobre río: 5,5 m

Caudal de diseño: 0,12 m^3/s

Velocidad promedio local de río: Vmáx=0,61 m/s , Vmín=0,46 m/s

Ubicación: Latitud = 6º22’30” y Longitud 76º22’30”

En épocas de lluvia el tirante de río se incrementa a 2,00 m

Diseño del Azud

hz = 0,25 m

ancho de toma = 5,5 m

Cálculo de la altura de carga (he)

Q = 0,789 m^3 = caudal máximo

Va = 0,61 m/s = velocidad (promedio) de aproximación del río

μ = 0,75 = coeficiente del vertedero Creager

h = tirante sobre la cresta = ?

g = 9,8 m/s^2 = aceleración de la gravedad

b = 5,50 m =ancho de boca del vertedero

$$Q = \frac{2}{3}(\mu b\sqrt{2g})\left[\left(h + \frac{Va^2}{2g}\right)^{\frac{2}{3}} - \left(\frac{Va^2}{2g}\right)^{\frac{2}{3}}\right]$$

$$0.789 = \frac{2}{3}(0{,}75 * 5{,}5\sqrt{2 * 9{,}8})\left[\left(h + \frac{0{,}61^2}{2*9{,}8}\right)^{\frac{2}{3}} - \left(\frac{0{,}61^2}{2*9{,}8}\right)^{\frac{2}{3}}\right]$$

$$0{,}06481 = (\mathrm{h} + 0{,}18985)^{\frac{3}{2}} - (0{,}18985)^{\frac{3}{2}}$$

$$(h + 0{,}18985)^3 = (0.11564)^2$$

h = 0,05 m

Cálculo de la Velocidad

Q = V*A

A = h*b

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

V = 2,87 m/s

Cálculo de "he"

he = h + $\frac{V^2}{2g}$

he = 0,47 m

Diseño del Resalto Hidráulico

Cálculo de Colchón amortiguador

$h2 = 0{,}45\frac{q}{\sqrt{h1}}$

q = caudal unitario sobre el azud

h2 = tirante aguas abajo

h1 = tirante en la poza

h3 = tirante en el río

Δ = incremento el tirante

V3 = Va = velocidad de aproximación del río

V3 = 0,61 m/s

Q3 = Q1 = 0.79 m^3/s = caudal de salida

b = 5,50 m = ancho de boca de vertedero creager

q $=\frac{Q_1}{b}$

q = 0,14 m^2/s

Entonces: V3*A3=Q3

V3*(h3*b) = Q3

h3 = $\frac{Q3}{V3*b}$

h3 = 0,24 m

Cálculo de velocidad de caída (fondo de colchón amortiguador)

V1 $=\sqrt{2*g*(he+hz+\Delta)}$ . . . (I)

Además: Q1 = A*V1

q = V1*(h1*1,00)

V1 = $\frac{q}{h1}$ . . . (II)

h2 = 0,45$\frac{q}{\sqrt{h1}}$ . . . (III)

Δ = h2 - h3 - h1 . . . (IV)

(II) en (I)

$\frac{0,14}{h1} = \sqrt{2g(0,72 + \Delta)}$ . . . (V)

(IV) en (V)

0,14 = h1$\sqrt{2g(0,72 + h2 - 0,24 - h1)}$ . . . (VI)

(III) en (VI)

0,14 = h1$\sqrt{2g\left(0,48 + 0,45\frac{0,14}{\sqrt{h1}} - h1\right)}$

Despejando : h1 = 0,035 m

Entonces determinamos h2:

$q = 0,14\ m^2/s$, h1 = 0,035 m

$h2 = \frac{0,45(q)}{\sqrt{h1}}$, h2 = 0,315 m

$V1 = \frac{q}{h1}$, V1 = 4,10 m/s

Δ = h2-h3-h1 , Δ = 0,04 m

Profundidad de la poza

h' = h2 – h3

h' = 0,08 m

Entonces al usar h' = 0,10 m

h2 = h'+h3 , h2 = 0,34 m

Longitud de la poza

Fórmula según Baklmnetev-Martzke

L = 5(h2-h1)

L = 1,50 m

<u>Toma en el lecho</u>

Q = C*μ*b*L*$\sqrt{2 * g * h}$

Qd = Caudal de diseño

C = coeficiente de contracción

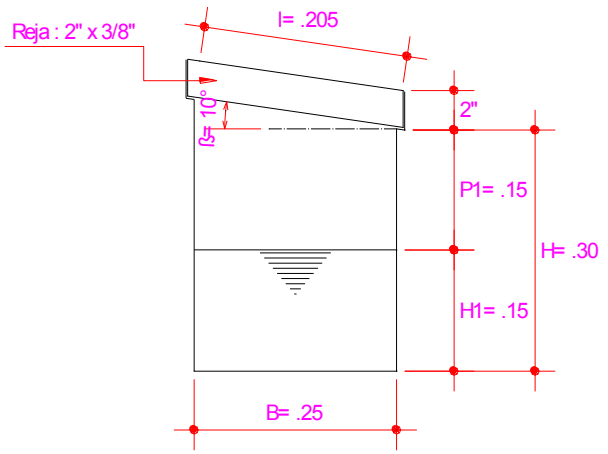
μ = coeficiente de derrame (0,68 a 0,85)

bn = ancho de vertedero

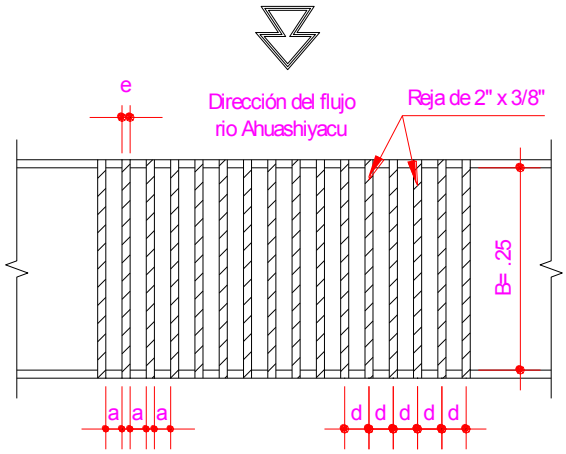
l = longitud del perfil de la reja

g = aceleración de la gravedad 9,8 m/s^2

hi = altura inicial del agua



SECCION DE LA TOMA BAJO LECHO



PLANTA DE LA REJA TOMA BAJO LECHO

Rejas	espesor	abertura
Gruesas	>1 1/2	4 a 10 cm
Comunes	¾”-1 1/2	2 a 4 cm
Finas	3/8”-3/4”	1 a 2 cm

Sea el perfil de 2” x 3/8” según plano (rejas finas)

e = 3/8 = 0,94 cm = 0,01 m

a = 0,02 m

d = a + e , d = 0,03 m

$\beta = 10\frac{\pi}{180}$

$C = 0{,}6 * \frac{a}{d}(\cos(\beta))^{3/2}$ C = 0,391

Altura Inicial “hi”

$hi = \frac{2}{3}\psi\, ho$

donde : ho= nivel mínimo de agua, ψ = coeficiente según β

Si: β = 0,17 rad ; ψ = 0,910 ; Vmin=0,46 m/s ; Qmin= 0,381 m^3/s ; b = 5,50 m

Por continuidad

Vmin*A=Qmin ; vmin(ho)*A= Qmin

ho = $\frac{Qmin}{V2*b}$, ho = 0,15 m

Reemplazando

hi = $\frac{2}{3}\Psi\ ho$, hi = 0,09 m

Cálculo de la reja

$Qd = C * \mu * bn * I * \sqrt{2 * g * hi}$

Qd = 0,12 m^3/s

$\mu = 0{,}70$

hi = 0,09 m

g = 9,8 m/s^2

C = 0,39

Si I = 0,205

bn = $\frac{Qd}{I*C*\mu\sqrt{2g*hi}}$, bn = 1,60 m

a = 0,02 m , e = 0,01 m

N espacios = $\frac{bn}{a}$

N espacios = 80

N barras = N espacios – 1

N barras = 79

b'= N espacios (a) + N barras (e) = 2,39 m

entonces usamos b'= 2,40 m

En obra se cuenta con perfiles en todo el largo del barraje, se deduce entonces que la capacidad de captación es mayor a 260 l/s

Longitud de ventanas sobre el barraje para la colocación de las rejillas

Nv = 3 , Número de ventanas

$\frac{b\prime}{Nv} = 0{,}80\ m$

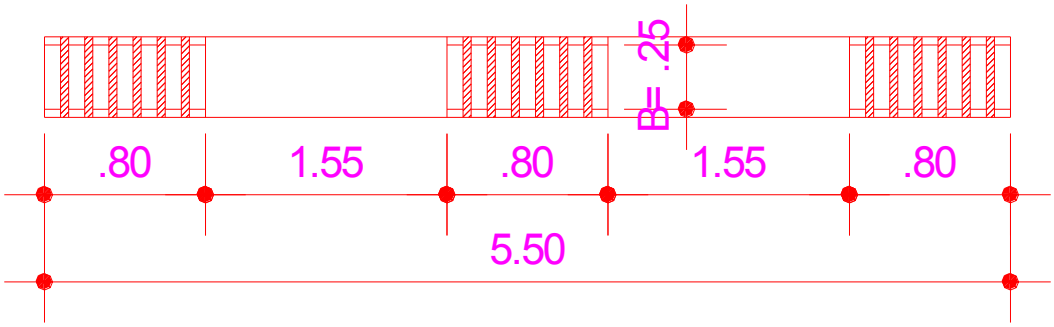
Se recomienda longitud de la barra

lf = 1,30*l , l = 0,205 m , lf = 0,27 m

$\beta = 10\frac{\pi}{180}$, cos(β) = 0,98

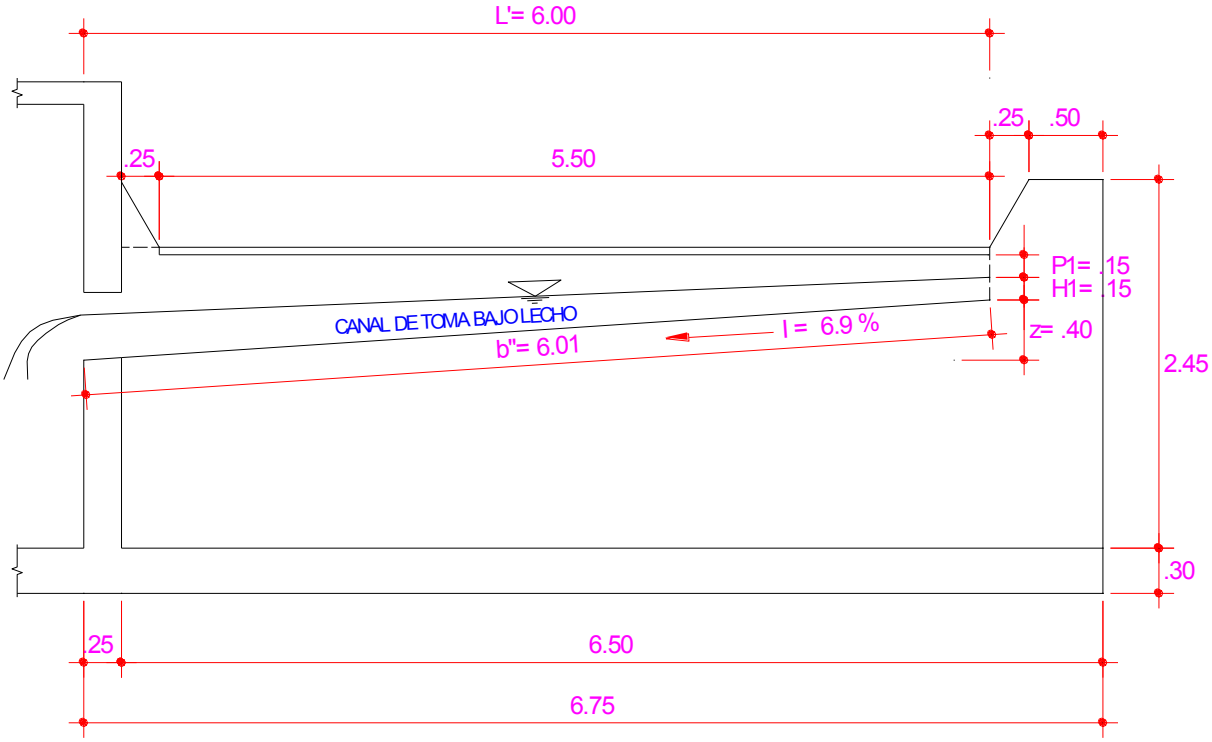
B = lf * cos(β)

B = 0,25 m



Detalle de Rejilla distribuida en el ancho del barraje

<u>Diseño para la condición Supercrítica del canal</u>



Qd = 0,12 m^3/s

g = 9,80 m/s^2

B = 0,25 m

yc= $\left(\frac{Qd^2}{gB^2}\right)^{1/3}$

yc = 0,29 m

Vc = $\sqrt{g * yc}$

Vc = 1,68 m/s

H2=1,1*yc

H2 = 0,32 m

Se usó: H2 = 0,30 m

Datos:

L'= 6,0 m

I = 0,069

Z = I*L' , Z = 0,41 m

b" = $\sqrt{Z^2 + (L')^2}$, b" = 6,01 m

H1=$\sqrt{2 * \frac{yc^3}{H2} + \left(H2 - b"\frac{I}{3}\right)^2} - \frac{2}{3}b"I$

Se recomienda

P2=0,5*H2

P2= 0,15 m

P1=P2 , P1=0,15 m

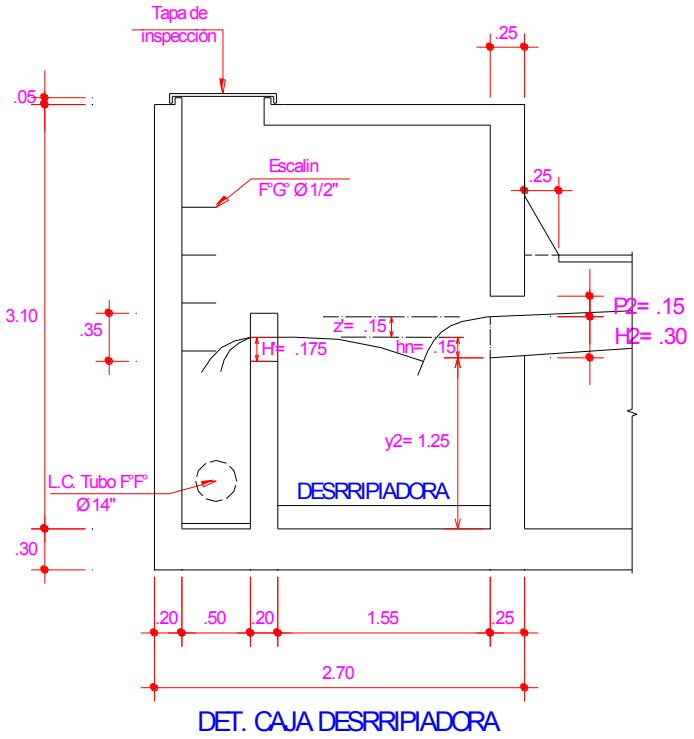
Entonces

H = H1+P1

H = 0,30 m

De los cálculos de toma de bajo del lecho se tiene que la boca de ingreso de agua a la cámara desripiadora es de 0,25 m x 0,30 m (sección en el tramo inicial del canal), y en la sección final de entrega a la caja desrripiadora es de 0,25 m x 0,45 m.

Diseño de la Sección (Caja Desrripiadora)



V : Velocidad de ingreso del agua a la caja desrripiadora

Qd = 0,12 m^3/s

B = 0,25 m

H2 = 0,30 m

V = $\frac{Qd}{B*H2}$, V = 1,60 m/s

Por condición debe cumplir: Z'<$\left(0{,}70\ y2 + \frac{V^2}{2g}\right)$

Asumimos

Z' = 0,15 m

y2 = 1,25 m

V = 1,60 m/s

g = 9,80 m/s^2

Donde

Z' : Energía de Agua

y2 : Altura de fondo del pozo de la caja desrripiadora.

$\left(0{,}70\ y2 + \frac{V^2}{2g}\right) = 1{,}0\ m$ => Z' < 1,00 m OK

Por Francis en un vertedero rectangular de cresta aguda con contracción (longitud de cresta menor que el ancho de canal)

Q = caudal que fluye por el vertedero en m^3/s Qd

L = ancho de cresta en m

H'= carga en el vértice (asumida)

n = Número de contracciones que se cargan en el vertedero (1 o 2)

$$Q = 1{,}84(L - 0{,}1nH')H'^{3/2}$$

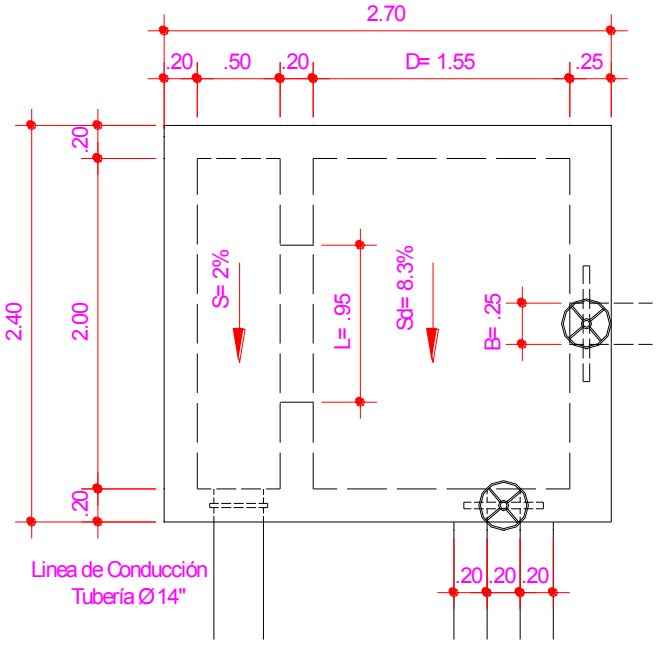
n = 2 , H' = 0,175 , Q = 0,12

$$L = \frac{Q}{H'^{\frac{3}{2}}1{,}84} + (0{,}1\, n\, H')$$

L = 0,93 m

Se usa L = 0,95 m

Cálculo de ancho de Desrripiador



DET. PARA CALCULO ANCHO
DE CAJA DESRRIPIADORA

L = 0,95 m , B = 0,25 m

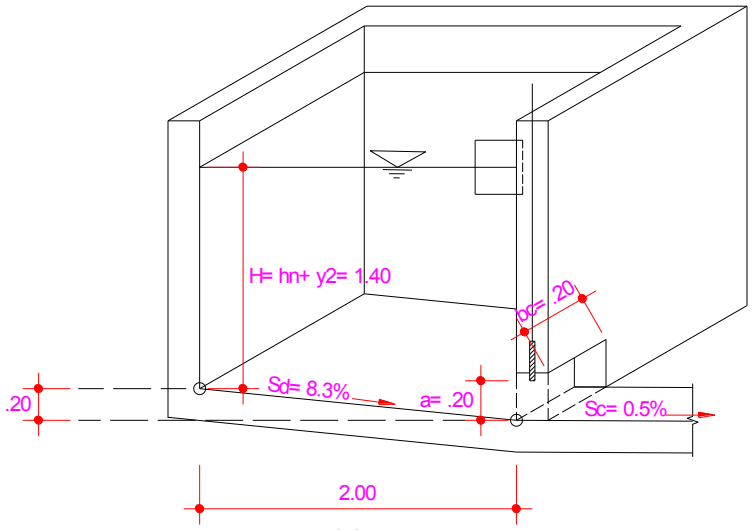
$$D = \frac{L-B}{2tan\left(12{,}5\frac{\pi}{180}\right)}$$

D = 1,58 m

Trabajamos con:

D = 1,55 m

Diseño de la compuerta de lavado



DET. COMPUERTA
DE LAVADO

Donde:

Q = caudal a evacuar

K = constante entre 0,95 a 0,97

a = abertura total de la compuerta

e = coeficiente en función de (a/H)

H = altura del agua en el desrripiador = (yn + hn)

V = velocidad de salida en la compuerta

g = gravedad

bc = ancho de la compuerta

Datos:

Q = 0,12 m^3/s , K = 0,95 , se asume a = 0,20 m

H = 1,40 m , $\frac{a}{H} = 0{,}14$

Entonces e = 0,617 de la Tabla 3.1 (interpolando)

V = 3,00 m/s Velocidad Máxima para canal revestido

Tabla 3.1

a/H	e	a/H	e
0.00	0.6110	0.55	0.6500
0.10	0.6150	0.60	0.6600
0.15	0.6180	0.65	0.6750
0.20	0.6200	0.70	0.6900
0.25	0.6220	0.75	0.7050
0.30	0.6250	0.80	0.7200
0.35	0.6280	0.85	0.7450
0.40	0.6300	0.90	0.7800
0.45	0.6380	0.95	0.8350
0.50	0.6450	1.00	1.0000

$$Q = K\ e\ a\ bc\sqrt{2g\left(H + \frac{V^2}{2g} - e\ a\right)}$$

$$bc = \frac{Q}{(K\ e\ a)\sqrt{2g\left(H+\frac{V^2}{2g}-e\ a\right)}}$$

bc = 0,18 m

Tomamos bc = 0,20 m

Cálculo de la pendiente del desrripiador (Sd)

Según Manning

V = 3,00 m/s

n = 0,013

R = $\frac{A}{P}$

bc = 0,20 m

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Despejando $Sd = \frac{V^2 n^2}{R^{4/3}}$, Sd = S

Diseño en régimen supercrítico

Qd = 0,12 m^3/s , g = 9,80 m/s^2 , bc = 0,20 m

$$yc = \left(\frac{Qd^2}{g*bc}\right)^{\frac{1}{3}}$$

yc = 0,19 m sea el tirante crítico para este régimen

Asumiendo que el tirante normal y = 0,10 m

$R = \frac{bc*y}{2y+bc}$

R = 0,05 m

Reemplazando datos

V = 3,00 m/s

n = 0,013

R = 0,05 m

$Sd = \frac{V^2 n^2}{R^{4/3}}$

Sd = 0,083

Entonces 8,3 % de pendiente

Determinamos el desnivel al punto de salida al canal de limpieza

L = 2,00 m

Δ = Sd*L , Δ = 0,17 m

Asumimos Δ = 0,20 m

Tabla 3.2

JS Industrial s.a.c						INFORME DE MEDICION DE FLUJO		
Rev:	1						Fecha	09/01/2009
Por:	EG						Hora	

Descripción General

Cliente: Emapa San Martin			Ubicación: **PLANTA DE TRATAMIENTO AHUASHIYACU**	
Medidor Usado	Marca	GE Panametrics	Número de Parte	PT878
	Modelo	PT-878	Número de Serie	2766
Transductor	Nro.		Lugar de Calibración	
	Tipo	Clamp On	Error Máximo Permitido	1%

Datos de Configuración de Tubería

1.- Material de Tubería	Acero	4.- Diámetro Nominal	369.24
2.- Espesor de Tubería	11,2mm	5.- Espesor de Lining	N.A.
3.- Liquido Medido	Agua Cruda	6.- Temperatura	22ºC

Ref: Medición de flujo Salida Captacion

Datos Tabulados:

Item	Date/Time	Velocidad (m/s)	Volumen (L/S)
1	1/9/2009 14:03:34	1.172	116.046
2	1/9/2009 14:03:43	1.279	126.554
3	1/9/2009 14:03:53	1.282	126.860
4	1/9/2009 14:04:03	1.300	128.668
5	1/9/2009 14:04:13	1.341	132.758
6	1/9/2009 14:04:23	1.402	138.796
7	1/9/2009 14:04:33	1.440	142.512
8	1/9/2009 14:04:44	1.435	142.063
9	1/9/2009 14:04:53	1.450	143.564
10	1/9/2009 14:05:03	1.431	141.623
11	1/9/2009 14:05:13	1.353	133.902
12	1/9/2009 14:05:23	1.379	136.519
13	1/9/2009 14:05:34	1.370	135.585
14	1/9/2009 14:05:43	1.375	136.074
15	1/9/2009 14:05:54	1.368	135.447
16	1/9/2009 14:06:03	1.363	134.886
17	1/9/2009 14:06:14	1.343	132.973
18	1/9/2009 14:06:24	1.349	133.565
19	1/9/2009 14:06:33	1.345	133.080
20	1/9/2009 14:06:43	1.337	132.315
21	1/9/2009 14:06:53	1.327	131.296
22	1/9/2009 14:07:04	1.300	128.636
23	1/9/2009 14:07:13	1.230	121.707
24	1/9/2009 14:07:23	1.182	117.039
25	1/9/2009 14:07:33	1.190	117.779
26	1/9/2009 14:07:44	1.348	133.417
27	1/9/2009 14:07:53	1.276	126.343
28	1/9/2009 14:08:04	1.099	108.777
29	1/9/2009 14:08:13	1.100	108.877
30	1/9/2009 14:08:23	1.109	109.786
31	1/9/2009 14:08:33	1.260	124.751
32	1/9/2009 14:08:43	1.262	124.955
33	1/9/2009 14:08:54	1.243	123.059
34	1/9/2009 14:09:03	1.207	119.469
35	1/9/2009 14:09:13	1.227	121.419
36	1/9/2009 14:09:24	1.212	119.947
37	1/9/2009 14:09:33	1.225	121.291
38	1/9/2009 14:09:43	1.220	120.742
39	1/9/2009 14:09:53	1.213	120.095
40	1/9/2009 14:10:04	1.229	121.631

Facultades

Realizado Por	ENRIQUE GALARZA	

3.2.2 DESARENADOR

Para medir el caudal que viene de la captación, pasa por el desarenador y va hacia la línea de conducción, se realizó un aforo volumétrico en el desarenador.

Como se tiene el volumen conocido de la estructura del desarenador se procedió a medir el tiempo que demora en llenar dicho volumen.

Volumen de control asignado según gráfico

Área o sección transversal : 4,21 m^2

Ancho : 3,25 m

Volumen : 13,68 m^3 = 13 682 litros

Tiempos tomados

t1 = 1' 51,50" = 111,50 s

t2 = 1' 51,97" = 111,97 s

t3 = 1' 49,17" = 109,17 s

t4 = 1' 48,93" = 108,93 s

t5 = 1' 49,69" = 109,69 s

t6 = 1' 50,27" = 110,27 s

tiempo promedio = $\frac{(t1+t2+t3+t4+t5+t6)}{6}$

$t_{promedio}$= 110,26 s

Caudal : Q = $\frac{volumen}{tiempo}$

Q = $\frac{13\ 682}{110{,}26}$ litros/segundo

Q = 124,10 l/s

3.2.3 AFORO CON MEDIDOR ULTRASÓNICO

Se solicitó a la empresa JS Industrial SAC el alquiler de sus medidores de flujo ultrasónico, los cuales brindaron el servicio de medición de flujo.

El equipo utilizado fue un medidor ultrasónico GE Panametrics PT-878, el cual muestra sus resultados en las tablas 3.2 y 3.3

3.2.4 LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Para verificar el comportamiento del agua en la línea de conducción, se modeló la línea utilizando el software WATERCAD.

Resultados de cálculos hidráulicos en nodos considerados en la línea de conducción

Progresiva	Elevación (m)	Caudal Base (l/s)	Caudal demandado (l/s)	Gradiente hidráulica Calculada (m)	Presión (m H2O)
0+040	440.19	0	0	440.41	0.222
0+060	439.35	0	0	440.32	0.962
0+080	438.52	0	0	440.22	1.702
0+100	437.55	0	0	440.13	2.582
0+120	436.31	0	0	440.05	3.735
0+140	434.64	0	0	439.97	5.313
0+160	433.02	0	0	439.87	6.839
0+180	431.62	0	0	439.79	8.158
0+200	430.50	0	0	439.70	9.184
0+220	429.81	0	0	439.61	9.782
0+240	428.57	0	0	439.54	10.950
0+260	427.54	0	0	439.48	11.921
0+264,4 VP1	427.49	0	0	439.47	11.948
0+280	428.56	0	0	439.41	10.830
0+300	429.19	0	0	439.34	10.134
0+320	428.33	0	0	439.27	10.924
0+336,0 VA1	428.96	0	0	439.22	10.238
0+340	428.62	0	0	439.20	10.566
0+360	426.90	0	0	439.14	12.208
0+380	425.21	0	0	439.07	13.823
0+399,5 VP2	423.79	0	0	439.00	15.179
0+400	423.81	0	0	439.00	15.153
0+420	424.77	0	0	438.93	14.137
0+440	425.72	0	0	438.86	13.116
0+455,2 VA2	426.44	0	0	438.81	12.341
0+460	425.71	0	0	438.79	13.060
0+480	422.64	0	0	438.72	16.054
0+500	422.63	0	0	438.65	15.989
0+520	422.63	0	0	438.58	15.924
0+540	421.65	0	0	438.51	16.830
0+560	419.98	0	0	438.44	18.430
0+580	417.92	0	0	438.37	20.416
0+591,5 VP3	416.29	0	0	438.34	21.999
0+600	417.83	0	0	438.31	20.439
0+620	419.09	0	0	438.24	19.107
0+640	418.48	0	0	438.17	19.643

Progresiva	Elevación (m)	Caudal Base (l/s)	Caudal demandado (l/s)	Gradiente hidráulica Calculada (m)	Presión (m H2O)
0+660	417.87	0	0	438.10	20.185
0+680	417.27	0	0	438.03	20.722
0+700	417.97	0	0	437.96	19.947
0+720	417.46	0	0	437.89	20.389
0+809,4 VP4	415.12	0	0	437.58	22.420
0+820	415.94	0	0	437.54	21.562
0+840	417.49	0	0	437.48	19.947
0+860	418.48	0	0	437.41	18.894
0+864,5 VA3	418.69	0	0	437.39	18.660
0+880	416.59	0	0	437.34	20.709
0+900	416.27	0	0	437.27	20.958
0+920	415.80	0	0	437.20	21.357
0+940	419.34	0	0	437.13	17.757
0+960	417.72	0	0	437.06	19.298
0+980,0 VP5	415.36	0	0	436.99	21.588
1+000	415.74	0	0	436.92	21.140
1+020	414.77	0	0	436.85	22.042
1+040	415.22	0	0	436.78	21.524
1+060	413.74	0	0	436.71	22.928
1+080	411.83	0	0	436.65	24.766
1+100	413.07	0	0	436.57	23.457
1+120	412.54	0	0	436.51	23.920
1+140	411.83	0	0	436.44	24.563
1+160	411.11	0	0	436.37	25.206
1+180	410.15	0	0	436.30	26.097
1+200	409.18	0	0	436.23	26.992
1+220	408.22	0	0	436.16	27.887
1+260	410.28	0	0	436.02	25.692
1+280	411.74	0	0	435.96	24.168
1+296,0 VA4	412.70	0	0	435.90	23.157
1+300	412.04	0	0	435.89	23.799
1+320	408.77	0	0	435.82	26.996
1+340,0 VP6	405.50	0	0	435.75	30.193
1+360	408.20	0	0	435.68	27.426
1+380	410.91	0	0	435.61	24.655
1+400	416.95	0	0	435.55	18.567
1+440	419.09	0	0	435.42	16.291
1+486,4 VA5	420.89	0	0	435.26	14.338
1+500	420.03	0	0	435.21	15.153
1+520	418.60	0	0	435.14	16.502
1+536,5 VP7	416.84	0	0	435.08	18.208
1+540	417.30	0	0	435.07	17.739
1+560	420.65	0	0	435.00	14.320

Progresiva	Elevación (m)	Caudal Base (l/s)	Caudal demandado (l/s)	Gradiente hidráulica Calculada (m)	Presión (m H2O)
1+580	425.34	0	0	434.93	9.568
1+600	427.40	0	0	434.86	7.447
1+603,5 VA6	427.55	0	0	434.85	7.283
1+620	426.32	0	0	434.79	8.456
1+640	424.83	0	0	434.72	9.874
1+660	423.53	0	0	434.65	11.103
1+680	423.01	0	0	434.59	11.553
1+692,0 VP8	422.70	0	0	434.54	11.823
1+700	422.92	0	0	434.52	11.577
1+720	423.46	0	0	434.45	10.961
1+740	424.46	0	0	434.38	9.895
1+760	426.52	0	0	434.31	7.776
1+780	423.57	0	0	434.24	10.649
1+800	430.63	0	0	434.17	3.538
1+824,0 VA7	433.09	0	0	434.09	0.995
1+840	430.58	0	0	434.03	3.444
1+860	426.62	0	0	433.96	7.331
2+020VP9	383.87	0	0	433.41	49.445
2+197,7 VA8	406.95	0	0	432.80	25.791
2+340	425.92	0	0	432.30	6.372
2+360	428.55	0	0	432.24	3.678
2+380	429.95	0	0	432.17	2.212
2+383,5 VA9	430.18	0	0	432.15	1.969
INGRESO A PLANTA	429.68	120	120	432.12	2.431

VP: Válvula de purga

VA: Válvula de aire

El modelo hidráulico generado en el programa Watercad fue calibrado con datos de presiones medidos en la línea.

Resultados en los tramos de la línea de conducción

Tramo	Long. (m)	Diám. (mm)	Material	H- W "C"	Caudal (l/s)	Gradiente Hidráulico aguas arriba (m)	Gradiente Hidráulico aguas abajo (m)	Pérdida de carga (m/km)	Veloc. (m/s)
T-3	6.0	334.1	Acero	120	120	440.43	440.41	4.56	1.21
T-4	20.1	334.1	Acero	120	120	440.41	440.32	4.56	1.21
T-5	20.1	334.1	Acero	120	120	440.32	440.22	4.56	1.21
T-6	19.8	334.1	Acero	120	120	440.22	440.13	4.56	1.21
T-7	17.4	334.1	Acero	120	120	440.13	440.05	4.56	1.21
T-8	19.2	334.1	Acero	120	120	440.05	439.97	4.56	1.21
T-9	20.1	334.1	Acero	120	120	439.97	439.87	4.56	1.21
T-10	18.0	334.1	Acero	120	120	439.87	439.79	4.56	1.21
T-11	20.1	334.1	Acero	120	120	439.79	439.70	4.56	1.21
T-12	19.5	334.1	Acero	120	120	439.70	439.61	4.56	1.21
T-13	19.8	337.6	PVC	140	120	439.61	439.54	3.46	1.21
T-14	18.3	337.6	PVC	140	120	439.54	439.48	3.46	1.21
T-15	4.4	337.6	PVC	140	120	439.48	439.47	3.46	1.21
T-16	15.6	337.6	PVC	140	120	439.47	439.41	3.46	1.21
T-17	19.8	337.6	PVC	140	120	439.41	439.34	3.46	1.21
T-18	20.1	337.6	PVC	140	120	439.34	439.27	3.46	1.21
T-19	16.0	337.6	PVC	140	120	439.27	439.22	3.46	1.21
T-20	4.0	337.6	PVC	140	120	439.22	439.20	3.46	1.21
T-21	19.8	337.6	PVC	140	120	439.20	439.14	3.46	1.21
T-22	20.1	337.6	PVC	140	120	439.14	439.07	3.46	1.21
T-23	19.5	337.6	PVC	140	120	439.07	439.00	3.46	1.21
T-24	0.5	337.6	PVC	140	120	439.00	439.00	3.42	1.21
T-25	19.2	337.6	PVC	140	120	439.00	438.93	3.46	1.21
T-26	20.1	337.6	PVC	140	120	438.93	438.86	3.46	1.21
T-27	15.2	337.6	PVC	140	120	438.86	438.81	3.46	1.21
T-28	4.8	337.6	PVC	140	120	438.81	438.79	3.46	1.21
T-29	19.8	337.6	PVC	140	120	438.79	438.72	3.46	1.21
T-30	20.1	337.6	PVC	140	120	438.72	438.65	3.46	1.21
T-31	20.1	337.6	PVC	140	120	438.65	438.58	3.46	1.21
T-32	20.1	337.6	PVC	140	120	438.58	438.51	3.46	1.21
T-33	20.1	337.6	PVC	140	120	438.51	438.44	3.46	1.21
T-34	20.1	337.6	PVC	140	120	438.44	438.37	3.46	1.21
T-35	11.5	337.6	PVC	140	120	438.37	438.34	3.46	1.21
T-36	8.5	337.6	PVC	140	120	438.34	438.31	3.46	1.21
T-37	19.8	337.6	PVC	140	120	438.31	438.24	3.46	1.21
T-38	20.1	337.6	PVC	140	120	438.24	438.17	3.46	1.21
T-39	20.1	337.6	PVC	140	120	438.17	438.10	3.46	1.21
T-40	20.1	337.6	PVC	140	120	438.10	438.03	3.46	1.21
T-41	19.8	337.6	PVC	140	120	438.03	437.96	3.46	1.21
T-42	20.1	337.6	PVC	140	120	437.96	437.89	3.46	1.21
T-43	89.4	337.6	PVC	140	120	437.89	437.58	3.46	1.21
T-44	10.6	337.6	PVC	140	120	437.58	437.54	3.46	1.21
T-45	19.5	337.6	PVC	140	120	437.54	437.48	3.46	1.21
T-46	20.1	337.6	PVC	140	120	437.48	437.41	3.46	1.21
T-47	4.5	337.6	PVC	140	120	437.41	437.39	3.46	1.21
T-48	15.5	337.6	PVC	140	120	437.39	437.34	3.46	1.21
T-49	19.8	337.6	PVC	140	120	437.34	437.27	3.46	1.21
T-50	20.1	337.6	PVC	140	120	437.27	437.20	3.46	1.21
T-51	20.1	337.6	PVC	140	120	437.20	437.13	3.46	1.21
T-52	20.1	337.6	PVC	140	120	437.13	437.06	3.46	1.21
T-53	20.1	337.6	PVC	140	120	437.06	436.99	3.46	1.21
T-54	20.1	337.6	PVC	140	120	436.99	436.92	3.46	1.21

Label	Long. (m)	Diám. (mm)	Material	H- W "C"	Caudal (l/s)	Gradiente Hidráulico aguas arriba (m)	Gradiente Hidráulico aguas abajo (m)	Pérdida de carga (m/km)	Veloc. (m/s)
T-55	19.8	337.6	PVC	140	120	436.92	436.85	3.46	1.21
T-56	20.1	337.6	PVC	140	120	436.85	436.78	3.46	1.21
T-57	20.1	337.6	PVC	140	120	436.78	436.71	3.46	1.21
T-58	19.8	337.6	PVC	140	120	436.71	436.65	3.46	1.21
T-59	20.7	337.6	PVC	140	120	436.65	436.57	3.46	1.21
T-60	19.2	337.6	PVC	140	120	436.57	436.51	3.46	1.21
T-61	20.1	337.6	PVC	140	120	436.51	436.44	3.46	1.21
T-62	20.1	337.6	PVC	140	120	436.44	436.37	3.46	1.21
T-63	20.1	337.6	PVC	140	120	436.37	436.30	3.46	1.21
T-64	19.8	337.6	PVC	140	120	436.30	436.23	3.46	1.21
T-65	19.8	337.6	PVC	140	120	436.23	436.16	3.46	1.21
T-66	39.9	337.6	PVC	140	120	436.16	436.02	3.46	1.21
T-67	19.5	337.6	PVC	140	120	436.02	435.96	3.46	1.21
T-68	16.0	337.6	PVC	140	120	435.96	435.90	3.46	1.21
T-69	4.0	337.6	PVC	140	120	435.90	435.89	3.46	1.21
T-70	19.2	337.6	PVC	140	120	435.89	435.82	3.46	1.21
T-71	20.1	337.6	PVC	140	120	435.82	435.75	3.46	1.21
T-72	20.1	337.6	PVC	140	120	435.75	435.68	3.46	1.21
T-73	20.1	337.6	PVC	140	120	435.68	435.61	3.46	1.21
T-74	16.8	337.6	PVC	140	120	435.61	435.55	3.46	1.21
T-75	39.6	337.6	PVC	140	120	435.55	435.42	3.46	1.21
T-76	46.4	337.6	PVC	140	120	435.42	435.26	3.46	1.21
T-77	13.6	337.6	PVC	140	120	435.26	435.21	3.46	1.21
T-78	20.1	337.6	PVC	140	120	435.21	435.14	3.46	1.21
T-79	16.5	337.6	PVC	140	120	435.14	435.08	3.46	1.21
T-80	3.5	337.6	PVC	140	120	435.08	435.07	3.45	1.21
T-81	20.1	337.6	PVC	140	120	435.07	435.00	3.46	1.21
T-82	20.1	337.6	PVC	140	120	435.00	434.93	3.46	1.21
T-83	20.1	337.6	PVC	140	120	434.93	434.86	3.46	1.21
T-84	3.5	337.6	PVC	140	120	434.86	434.85	3.47	1.21
T-85	16.5	337.6	PVC	140	120	434.85	434.79	3.46	1.21
T-86	19.8	337.6	PVC	140	120	434.79	434.72	3.46	1.21
T-87	20.1	337.6	PVC	140	120	434.72	434.65	3.46	1.21
T-88	19.8	337.6	PVC	140	120	434.65	434.59	3.46	1.21
T-89	12.0	337.6	PVC	140	120	434.59	434.54	3.46	1.21
T-90	8.0	337.6	PVC	140	120	434.54	434.52	3.46	1.21
T-91	20.1	337.6	PVC	140	120	434.52	434.45	3.46	1.21
T-92	19.8	337.6	PVC	140	120	434.45	434.38	3.46	1.21
T-93	20.1	337.6	PVC	140	120	434.38	434.31	3.46	1.21
T-94	19.8	337.6	PVC	140	120	434.31	434.24	3.46	1.21
T-95	20.1	337.6	PVC	140	120	434.24	434.17	3.46	1.21
T-96	24.0	337.6	PVC	140	120	434.17	434.09	3.46	1.21
T-97	16.0	337.6	PVC	140	120	434.09	434.03	3.46	1.21
T-98	19.8	337.6	PVC	140	120	434.03	433.96	3.46	1.21
T-99	160.0	337.6	PVC	140	120	433.96	433.41	3.46	1.21
T-100	177.7	337.6	PVC	140	120	433.41	432.80	3.46	1.21
T-101	142.3	337.6	PVC	140	120	432.80	432.30	3.46	1.21
T-102	19.8	337.6	PVC	140	120	432.30	432.24	3.46	1.21
T-103	20.1	337.6	PVC	140	120	432.24	432.17	3.46	1.21
T-104	4.6	337.6	PVC	140	120	432.17	432.15	3.46	1.21
T-105	9.9	337.6	PVC	140	120	432.15	432.12	3.46	1.21

Tabla 3.3

JS Industrial s.a.c						INFORME DE MEDICION DE FLUJO		
Rev:	1						Fecha	10/01/2009
Por:	EG						Hora	

Descripción General

Cliente: Emapa San Martin			Ubicación: **PLANTA DE TRATAMIENTO AHUASHIYACU**	
Medidor Usado	Marca	GE Panametrics	Número de Parte	PT878
	Modelo	PT-878	Número de Serie	2766
Transductor	Nro.		Lugar de Calibración	
	Tipo	Clamp On	Error Máximo Permitido	1%

Datos de Configuración de Tubería

1.- Material de Tubería	PVC	4.- Diámetro Nominal	362.87
2.- Espesor de Tubería	8,7mm	5.- Espesor de Lining	N.A.
3.- Liquido Medido	Agua Potable	6.- Temperatura	22ºC

Ref: Medición de flujo Salida Planta Ahuashiyacu

Datos Tabulados:

Item	Date/Time	Velocidad (m/s)	Volumen (L/S)
1	1/10/2009 12:49:10	0.934	87.580
2	1/10/2009 12:49:19	0.934	87.559
3	1/10/2009 12:49:29	0.937	87.812
4	1/10/2009 12:49:39	0.938	87.901
5	1/10/2009 12:49:49	0.938	87.916
6	1/10/2009 12:49:59	0.938	87.916
7	1/10/2009 12:50:09	0.943	88.427
8	1/10/2009 12:50:19	0.942	88.312
9	1/10/2009 12:50:29	0.943	88.415
10	1/10/2009 12:50:39	0.940	88.070
11	1/10/2009 12:50:49	0.943	88.406
12	1/10/2009 12:50:59	0.945	88.603
13	1/10/2009 12:51:09	0.947	88.779
14	1/10/2009 12:51:19	0.939	88.039
15	1/10/2009 12:51:29	0.937	87.856
16	1/10/2009 12:51:39	0.936	87.722
17	1/10/2009 12:51:49	0.933	87.442
18	1/10/2009 12:51:59	0.936	87.729
19	1/10/2009 12:52:10	0.937	87.807
20	1/10/2009 12:52:19	0.935	87.642
21	1/10/2009 12:52:30	0.934	87.557
22	1/10/2009 12:52:39	0.930	87.176
23	1/10/2009 12:52:49	0.931	87.229
24	1/10/2009 12:52:59	0.934	87.513
25	1/10/2009 12:53:09	0.933	87.480
26	1/10/2009 12:53:20	0.932	87.325
27	1/10/2009 12:53:29	0.931	87.253
28	1/10/2009 12:53:39	0.930	87.213
29	1/10/2009 12:53:49	0.945	88.587
30	1/10/2009 12:53:59	0.942	88.280
31	1/10/2009 12:54:09	0.941	88.213
32	1/10/2009 12:54:19	0.940	88.150
33	1/10/2009 12:54:30	0.940	88.119
34	1/10/2009 12:54:39	0.938	87.937
35	1/10/2009 12:54:49	0.938	87.928
36	1/10/2009 12:54:59	0.937	87.813
37	1/10/2009 12:55:09	0.937	87.799
38	1/10/2009 12:55:19	0.934	87.551
39	1/10/2009 12:55:29	0.936	87.697
40	1/10/2009 12:55:40	0.935	87.634

Facultades

Realizado Por	ENRIQUE GALARZA	

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Calculando las dimensiones de las estructuras hidráulicas que conforman la captación se comprueba que el caudal que capta es el indicado inicialmente 120 l/s a más, por cumplir los criterios de diseño establecido.
- Continuando con el análisis la siguiente estructura analizada fue el desarenador, en donde se realizó un aforo y se verificó que el caudal que viene de la captación e ingresa a la línea de conducción es mayor a 120 l/s.
- Se realizó un aforo adicional con un medidor de flujo ultrasonido en puntos de llegada al desarenador y al final de la línea de conducción obteniendo una diferencia de caudales.
- En el modelamiento de la línea de conducción con el software Watercad y con la calibración respectiva se corrobora que dicha línea debería cumplir con transportar el caudal de diseño 120 l/s.
- Según los procedimientos anteriores se comprobó que la captación cumple con captar el caudal de diseño 120 l/s , además se midió el caudal que llega a la planta de tratamiento 89 l/s. Por lo tanto entre el desarenador y la línea de conducción hay una pérdida notoria de 31 l/s.
- La línea de conducción se encuentra enterrada en la mayor parte de su recorrido, dificultando su inspección ocular para una verificación de su estado actual.
- En la sucursal de la empresa, en la provincia de Bellavista, se detectaron conexiones no autorizadas en la línea de conducción, pudiendo presentarse un caso similar en este caso.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se debe hacer una evaluación de la línea de conducción, realizando excavaciones en puntos críticos y verificar el estado actual.
- Se debe adquirir medidores de caudal y ubicarlos de manera estratégica para un seguimiento y control de los caudales con los que se cuenta.
- En obras futuras en lo posible se debe prestar mayor énfasis en la supervisión de la etapa constructiva, para tener la seguridad de que todo lo construido se cumpla según diseño.
- Dar mantenimiento preventivo continuo para tener en buenas condiciones de operación la línea de conducción.

PANEL FOTOGRÁFICO

Foto Nº01 Vista panorámica del distrito tomada desde parte alta

Foto Nº02 Río Ahuashiyacu, aguas arriba de la captación

Foto Nº 03 Toma de medidas en el río Ahuashiyacu

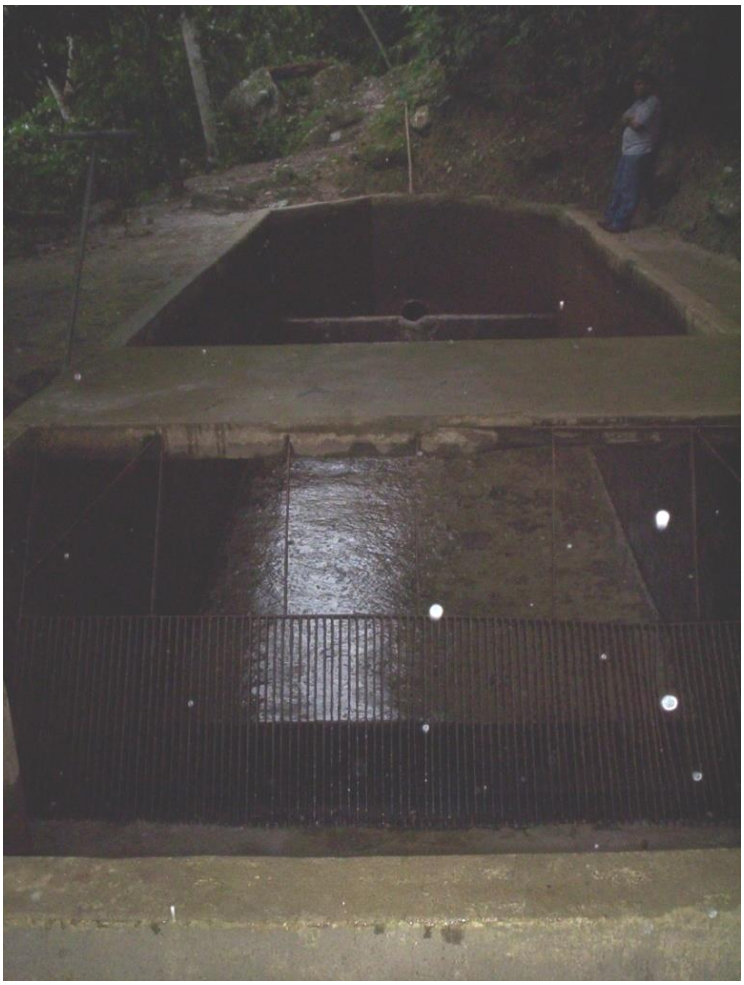
Foto Nº 04 Barraje de Captación Ahuashiyacu

Foto Nº 05 Tubería de acero de la Línea de conducción Ahuashiyacu

Foto Nº 06 Tubería de acero de la línea de conducción Ahuashiyacu

Foto Nº 07 Desarenador trabajando después de la captación.

Foto Nº 08 Desarenador vacío para iniciar los aforos volumétricos de la captación



BIBLIOGRAFÍA

1. Máximo Villón Béjar. "**Diseño de Estructuras Hidráulicas**". Segunda Edición, Lima- Perú 2005

2. Ramiro Ortiz Flores. "**Pequeñas Centrales Hidroeléctricas**". Capítulo 11: Obras de Captación. Editorial McGraw Hill.

3. Elmer García Rico. "**Manual de Diseño Hidráulico**". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Chiclayo – Perú 1987

4. EMAPA SAN MARTÍN. Expediente Técnico: "**Captación y Línea de Conducción Ahuashiyacu**" San Martín – Perú 1995