

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL-SEDE JAÉN



**“EFICIENCIA TECNICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE DE LA CIUDAD DE NAMBALLE - SAN IGNACIO, 2016.”**

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

BACHILLER:

PINEDO GUEVARA CARLOS LENIN

ASESOR:

Dr. ING. GASPAR VIRILO MENDEZ CRUZ

JAÉN – PERÚ

MAYO 2017

▪

Copyright

Carlos Lenin Pinedo Guevara

DEDICATORIA A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mis padres, José y Lucila, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron. Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a ustedes.

Mis hermanas, por estar conmigo y apoyarme siempre, las quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas implicadas en el desarrollo de este proyecto de investigación, gracias por su apoyo durante todo este proceso, ya que con su participación ha sido posible culminar dicho estudio.

A mi asesor Dr. Ing. Gaspar V. Méndez Cruz por haberme guiado en la elaboración de este proyecto de investigación.

INDICE

CONTENIDO	Pág.
RESUMEN	v
ABSTRAC	vi
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	7
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.2. OBJETIVOS	8
1.2.1. Objetivo General	8
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION	9
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1. BASES TEÓRICAS	10
A. PARÁMETROS DE DISEÑO	10
B. PROPIEDADES FISICAS	13
C. PROPIEDADES QUIMICAS	13
D. PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS	14
E. EFICIENCIA TÉCNICA E HIDRÁULICA	14
F. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP)	21
a) ELEMENTOS DEL SISTEMA	21
G. CONCEPTOS BÁSICOS	29
1. FILTRACION	29
2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FILTRACION	30
H. FILTROS LENTOS	32
I. CONTROL DEL PROCESO DE FILTRACION	37

J.	PRECISION DE LOS INSTRUMENTOS DE CONTROL DE LA FILTRACION ..	39
K.	CONTROL DEL LAVADO.....	39
L.	ANALISIS DEL MEDIO FILTRANTE	42
M.	EFICIENCIA DE LOS FILTROS.....	45
N.	ESCLEROMETRIA	47
1.	CAMPO DE APLICACIÓN.....	48
2.	FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ENSAYO	48
CAPITULO III. METODOLOGIA.....		50
3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	50
A.	EVALUACION DE LAS PARTES DEL SISTEMA	51
B.	ENSAYO DE ESCLEROMETRIA.....	53
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		54
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		55
CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		57
CAPITULO VII. PANEL FOTOGRÁFICO		58
CAPITULO VIII. ANEXOS		63

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo principal, determinar la Eficiencia hidráulica del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Namballe - San Ignacio, para conocer y cuantificar las causas que afectan al servicio actual que presta este sistema. El trabajo consistió en analizar y evaluar cada uno de los elementos que conforman el sistema de agua potable, con todo ello se logró tener una visión clara del problema que aqueja a dicha población. Los resultados de esta evaluación nos determinan que hidráulicamente el funcionamiento del sistema de agua potable de dicha localidad está siendo 40 % eficiente, la misma que ha sido afectada seriamente por su operación y mantenimiento.

PALABRAS CLAVES: Eficiencia, Agua Potable, Sistema de Agua, Caudal, Filtración Lenta, Calidad de agua, Presión, Estructuras.

ABSTRAC

The main objective of this research project was to determine the hydraulic efficiency of the Namballe - San Ignacio City Water Supply System, to know and quantify the causes that affect the service provided by this system. The work consisted of analyzing and evaluating each of the elements that make up the drinking water system, with everything that has been achieved to have a clear vision of the problem that afflicts a population of happiness. The results of this evaluation do not determine that hydraulically operate the operation of the potable water system of this location is 40% efficient, the same that has been seriously affected by its operation and maintenance.

KEYWORDS: Efficiency, Drinking Water, Water System, Flow, Slow Filtration, Water Quality, Pressure, Structures.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

La eficiencia del funcionamiento de todo proyecto es muy importante para el éxito del mismo, si por alguna razón el sistema no es lo suficientemente eficiente significaría que el proyecto es un fracaso o está en camino de serlo, ya que no se estaría cumpliendo el objetivo para cubrir la necesidad por la cual se construyó. En consecuencia tanto el diseño, la construcción, la operación y mantenimiento de una obra de este tipo, deben ofrecer el máximo de su eficiencia.

La ciudad de Namballe, San Ignacio, tiene actualmente un sistema de agua potable, que abastece a toda su población, la misma que se queja de tener un servicio con muchas debilidades en su calidad y cantidad, en tal sentido con esta investigación se busca conocer las causas que generan que el servicio prestado no cumple con los requerimientos de dicha población.

Sabiendo que es de suma importancia la buena distribución, buen manejo y administración de un sistema de abastecimiento de agua potable, para mejorar la calidad de vida de una población en general, es que existen diferentes instituciones tanto nacionales, regionales, distritales y organizaciones comunales, representantes de los consumidores, que se encargan de intervenir para realizar el control y seguimiento (vigilancia) del suministro de agua.

Pero muchas veces el trabajo realizado por aquellas instituciones, no es suficiente para evaluar el sistema de abastecimiento de agua de todas las ciudades o localidades, sobre todo en aquellas que se ubican alejadas o con difícil acceso geográfico, por esta misma razón es que el estudio que se ha realizado (respetando normas y condiciones) en este trabajo, es de gran ayuda para evaluar el buen funcionamiento de este sistema de abastecimiento de agua potable local. Teniendo este contexto y tratando de que la Universidad nacional de Cajamarca, se posicione ante la sociedad, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es la eficiencia técnica del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Namballe, San Ignacio?

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema nace de la insatisfacción de la población usuaria en lo que corresponde a la cantidad y calidad del agua que abastece el actual sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Namballe, San Ignacio.

En tal sentido se genera la siguiente pregunta: **¿Cuál es la eficiencia hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Namballe, San Ignacio?**

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Determinar la eficiencia en el aspecto hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Namballe, San Ignacio.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ❖ Evaluar hidráulicamente cada una de las partes del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Namballe.
- ❖ Conocer la calidad del agua para consumo que tiene la población de la ciudad de Namballe.
- ❖ Conocer la incidencia en el porcentaje del reporte de enfermedades gastrointestinales en los pobladores de la ciudad de Namballe.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la actualidad la localidad de Namballe, debido al incremento de la población ha ocasionado una mayor demanda de los servicios de agua potable, ocasionando con esto posibles deficiencias en la cobertura, calidad y cantidad de dichos servicios; generando un problema en el abastecimiento del líquido vital, ya que existen zonas en que poseen el servicio por horas; por otro lado se agudiza la situación al presentarse posibles fugas debido a la antigüedad de las tuberías y a la falta de mantenimiento de las mismas.

En este contexto, con el fin de identificar la situación actual y problemática en la infraestructura existente de dichos servicios; la elaboración de un diagnóstico permite tener un panorama global e integral del sitio de estudio, y posteriormente proponer las acciones para mitigar los efectos de la problemática y mejorar el funcionamiento de los servicios de agua potable.

1.4. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

Se tuvieron algunas limitaciones dentro del desarrollo de la investigación las cuales limitaron al investigador en muchos aspectos, una de los principales fue la el frágil apoyo brindado por parte de la municipalidad local que es la encargada de la administración del sistema de abastecimiento de agua, la prohibición de ingreso por parte de los propietarios de los terrenos por donde se encuentran las partes del sistema, la demora en la entrega del informe de reporte de enfermedades gastrointestinales por parte del centro de salud de Namballe, la excesiva distancia desde los puntos principales del sistema (Captación, Filtro lento, Reservorio) hasta la red de salud ubicada en la Provincia de San Ignacio.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. BASES TEÓRICAS

A. PARÁMETROS DE DISEÑO

- POBLACIÓN DE DISEÑO

El proyectista adoptará el criterio más adecuado para determinar la población futura, tomando en cuenta para ello datos censales u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional, los que serán debidamente sustentados. Deberá proyectarse la población para un periodo de 20 años. Agüero Pittman, 2002.

Captación : 20 años

Conducción : 10 a 20 años

Reservorios : 20 años

Redes : 10 a 20 años (tubería principal 20 años, secundaria 10 años).

Para todos los componentes, las normas generales para proyectos de abastecimiento de agua potable en el medio rural del ministerio de salud recomiendan un periodo de diseño de 20 años.

$$P_f = P_0 \cdot (1+r)^t \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

P_f : población futura

P₀ : población base

r : tasa de crecimiento

t : periodo de diseño (años)

- CAUDAL MEDIO DIARIO (Q_m)

$$Q_m = (P_d \cdot DMF) / 86400 \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

Q_m = Caudal medio diario, l/s

Pd = Población de diseño, hab.

DMF = Dotación promedio, l/hab/día.

- **CAUDAL MAXIMO DIARIO (QMD)**

$$Q_{md} = K_{md} * Q_m \dots \dots \dots (3)$$

Dónde:

Qmd : Caudal máximo diario, l/s.

Kmd : Factor de mayoración máximo diario.

Qm : Caudal medio diario, l/s.

El factor máximo diario (Kmd) tiene un valor de 1.3, para todos los niveles de servicio. Por tanto, el caudal máximo diario será:

$$Q_{md} = 1.3 * Q_m \dots \dots \dots (4)$$

- **CAUDAL MAXIMO HORARIO (Qmh)**

$$Q_{mh} = K_{mh} * Q_m \dots \dots \dots (5)$$

Dónde:

Qmh : Caudal máximo horario, l/s.

Kmh : Factor máximo horario.

Qm : Caudal medio diario, l/s.

El factor máximo horario (Kmh) tiene un valor de 2, para todos los niveles de servicio. Por tanto, el caudal máximo horario será:

$$Q_{mh} = 2 * Q_m \dots \dots \dots (6)$$

Como la captación depende del tipo de fuente y de la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas.

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

Si se considera como fuente de agua un manantial de fondo y concentrado, la estructura de captación podrá reducirse a una cámara sin fondo que rodee el punto donde el agua brota. Constará de dos partes: La primera, la cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse; la segunda, una cámara seca que sirve para proteger las válvulas de control de salida y desagüe. La cámara húmeda estará provista de una canastilla de salida y tuberías de rebose y limpia.

Si existen manantiales cercanos unos a otros, se podrá construir varias cámaras de las que partan tubos o galerías hacia una cámara de recolección de donde se inicie la línea de conducción. Adyacente a la cámara colectora se considera la construcción de la cámara seca cuya función es la de proteger la válvula de salida de agua. Agüero Pittman, 2002.

B. PROPIEDADES FISICAS

Por lo general son cuatro parámetros importantes: color, turbiedad, sabor y olor.

- **Turbiedad**

Es la capacidad que tiene una sustancia líquida, de diseminar en ella un haz luminoso que pase a través de la misma, generalmente esta propiedad se ve afectada por el arrastre de sólidos (limos o arcillas), algas o colonias de bacterias, dicha característica del agua es medida en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

- **Color**

Se reconoce como la presencia en el agua de partículas sólidas, de origen orgánico e inorgánico, esta propiedad del agua se mide en unidades de platino cobalto.

- **Sabor y Olor**

Se presenta estas propiedades en el agua, debido a la presencia de minerales o sustancias orgánicas disueltas en la misma, su determinación es netamente subjetiva y se califica como aceptable o no aceptable.

C. PROPIEDADES QUIMICAS

Hace referencia a sustancias presentes en el agua que la caracterizan en su comportamiento y reacción con otras, las más tratadas son: el pH, la conductividad, y otras. Sin embargo el agua potable debe tener cierta cantidad de sustancias químicas, sin convertirse en un riesgo para la salud y bienestar de la población usuaria. Cáceres López, 1990.

- **pH**

Potencial de hidrogeno, esta medida indica una condición propia del agua, oscila en una escala entre 0 y 14, considerándose una sustancia ácida, si presenta un valor entre 0 y 7, y una sustancia alcalina para valores entre 7 y 14.

- **Conductividad**

Es la capacidad de un material de conducir a través de él, corriente eléctrica, su unidad de medición es el microsiemens.

- **Dureza**

Se conoce como la resistencia que ejerce un material a ser rallado, penetrado o deformado por otro, no obstante cuando al agua se refiere se conoce como dureza total, y se define como la concentración de calcio y magnesio, en el agua, se controla este parámetro ya que afecta la salud humana.

D. PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS

Se distinguen como la presencia de organismos vivos en el agua (microorganismos), los cuales son generadores de diferentes enfermedades de origen hídrico que afectan directamente la salud de la población consumidora. Cáceres López, 1990.

- **Escherichia Coli**

Es una bacteria comúnmente encontrada en la materia fecal del hombre y de algunas especies animales, su nicho ecológico es el intestino, y se ha reconocido como un agente potencialmente patógeno ya que produce síndrome clínico como, infección de vías urinarias, cuadro diarreico, sepsis y meningitis entre otros. Por tal razón su presencia en el agua indica una alta contaminación por vertimiento de aguas residuales, aguas arriba.

E. EFICIENCIA TÉCNICA E HIDRÁULICA

La Eficiencia Técnica es la obtención de la mayor cantidad posible del producto (hidráulica y tratamiento), a partir de un conjunto dado de insumos La eficiencia hidráulica se define como la relación entre la capacidad de captación, conducción y distribución del agua con la que cuenta un sistema hidráulico de abastecimiento urbano, y la capacidad real con la que funciona dicho sistema. Cáceres López, 1990.

La eficiencia se evaluó en sus 05 partes:

1. CAPTACIÓN: Se evaluó de acuerdo a su volumen almacenamiento de la cámara húmeda (70%) y condición de la estructura existente (30%).
2. CONDUCCIÓN: Se evaluó de acuerdo a los caudales de inicio en la captación y final en la llegada al filtro lento (100%).
3. ALMACENAMIENTO: Se evaluó de acuerdo al volumen de almacenamiento (70%) y condición de la estructura existente (30%)
4. DISTRIBUCIÓN: Se evaluó de acuerdo al consumo unitario (25%), dotación (30%), horas de servicio (25%) y presiones domiciliarias (20%).
5. DESINFECCIÓN: Se evaluó de acuerdo a la desinfección con la que cuenta el sistema (100%)

No hay un indicador específico para determinar el valor de la eficiencia hidráulica; sin embargo, la manera más práctica de valorarla es a través de algunos parámetros sobre la disponibilidad espacial y temporal del agua a los usuarios.

Algunos de estos parámetros son:

- Consumo unitario de los usuarios (l/hab/día)
- Dotación (l/hab/día)
- Presión media del agua en la red de distribución (kg/cm²)
- Elaboración del diagnóstico de eficiencia hidráulica

A continuación se dan algunas recomendaciones para la estimación de cada uno de estos parámetros.

- **Consumo unitario de los usuarios**

El consumo unitario se clasifica en doméstico y no doméstico. El consumo unitario doméstico es un parámetro que indica la cantidad de agua que utiliza un habitante común en un día típico promedio en una población. El cálculo se consigue aplicando la ecuación:

$$Cu_d = \frac{C_d}{n_p} \dots\dots\dots (7)$$

Dónde:

C_{ud} = Consumo unitario doméstico (l/hab/día)

C_d = Consumo total doméstico diario (l/día)

n_p = Número de habitantes servidos de la localidad

- **Dotación**

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas en la red en un día medio anual; sus unidades están dadas en l/hab/día.

La dotación se obtiene a partir de un estudio de Balance de Agua dividiendo la suma del consumo total, que incluye servicio doméstico, comercial, industrial y de servicios públicos, más las pérdidas de agua, entre el número de habitantes de la localidad.

También puede calcularse mediante la ecuación:

$$Dot = \frac{Vol_{sc}}{n_p} \dots\dots\dots (8)$$

Dónde:

Vol_{sc} = Volumen suministrado al sistema en un día (m³)

Dot = Dotación (l/hab/día)

n_p = Número de habitantes servidos de la localidad

- **Continuidad del servicio de agua**

El valor representativo de continuidad del servicio de agua en una red de distribución de agua potable se determina mediante un promedio ponderado de las horas que se proporciona en las diversas zonas de servicio de la localidad, mediante la ecuación:

$$hr_{servicio} = \frac{\sum_{i=1}^{n_z} \%_{x,i} hr_{servicio,i}}{24} \dots\dots\dots (9)$$

Dónde:

$hr_{servicio}$ = Horas promedio de continuidad del servicio de agua de un sistema de agua potable.

$\%_{x,i}$ = Porcentaje de cobertura de red o tomas domiciliarias de una zona de servicio de la red.

$hr_{servicio, i}$ = Horas de continuidad del servicio de agua potable de una zona de servicio de la red

i = Zona de servicio

n_z = Número total de zonas de servicio de agua potable en una red.

- Presión media del agua en la red de distribución

La presión media de la red se obtiene con los registros de las mediciones de campo. Los datos de campo se promedian aplicando la ecuación:

$$P_{med} = \frac{\sum_{i=1}^{n_p} P_i}{m} \dots\dots\dots (10)$$

Dónde:

P_{med} = Presión media del agua en la red de distribución (kg/cm²)

P_j = Presión en el j ésimo punto de medición en campo (kg/cm²)

n_p = Número de puntos de medición de presión

m = Número de registros de presión realizados

- Elaboración del diagnóstico de eficiencia hidráulica

La elaboración del diagnóstico de eficiencia hidráulica de un sistema de distribución de agua potable se conforma por las siguientes actividades:

- a. La identificación de las características de la población.

- b. La descripción del funcionamiento actual del sistema de agua potable.
- c. El cálculo de consumos, dotación y gastos de operación.

A continuación se detalla cada una de estas partes del diagnóstico de eficiencia hidráulica del sistema de abastecimiento.

a) Características de la población

En un diagnóstico de eficiencia hidráulica es importante estimar el número de habitantes servidos por el sistema de abastecimiento de agua potable y la cobertura de la red de distribución.

El número de usuarios se calcula multiplicando la densidad poblacional, por el número de tomas domésticas conectadas a la red de distribución de agua.

La cobertura del servicio se obtiene dividiendo el número de habitantes servidos, entre el número de habitantes totales de la localidad. Cabe mencionar que los datos de población son muy discutidos por los técnicos, ya que en ocasiones existen discrepancias significativas entre los valores oficiales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), y el propio organismo operador. No obstante, es necesario analizar las inconsistencias con mucho cuidado; por ejemplo, una vivienda deshabitada o un lote baldío con una toma domiciliaria conectada a la red, es descartada por INEI en el conteo de habitantes, en cambio el organismo operador puede contabilizarla si no ha confirmado que ahí no vive nadie. También, pueden cometerse errores frecuentes al considerar tomas domiciliarias domésticas, que en realidad son de uso comercial. Lo conveniente en estos casos es realizar la vinculación de toma domiciliaria y extrapolar los resultados para obtener los datos de los usuarios.

b) Descripción del sistema y su operación

Una vez recopilada y analizada la información en el organismo operador, se puede proceder a documentar la forma en que funciona el sistema de agua potable.

Para describir la operación de un sistema de agua potable se recomienda obtener la siguiente información:

- a. Origen de las extracciones de agua, fuentes y captaciones, ubicación.

- b. Trayectoria, longitud, diámetro y tipo de material de las conducciones, estructuras accesorias, capacidad hidráulica y válvulas de aire y desfogue existentes.
- c. Ubicación de tanques de regulación, capacidad, dimensiones y tipo de material con el que están contruidos.
- d. Configuración de la red de distribución con diámetros de tuberías, longitudes, tipo de material, válvulas y ubicación de elementos que la conforman.
- e. Proceso de operación actual del sistema de agua potable, zonas de servicio e influencia, movimientos de válvulas y atención de situaciones de emergencia.
- f. Investigación de obras en proceso de construcción a corto plazo.
- g. Situación del sistema de macromedición.
- h. Condiciones del programa de control de fugas, estadísticas, equipos y métodos.
- i. Características del sistema de micromedición.

Es recomendable acompañar la descripción del sistema de agua potable con fotografías de cada estructura; croquis de localización de captaciones y obras del sistema; diagramas de conducciones indicando caudales y dirección del flujo de agua; croquis de los detalles de fontanería de los pozos, cárcamos, rebombes y tanques; tablas con valores de capacidad de tanques, pozos y cárcamos de bombeo y datos de placa de los equipos de bombeo; gráficas porcentuales de ocurrencia de fugas, coberturas de macro y micromedición y clasificación de tomas domiciliarias; planos de áreas y horarios de servicio, áreas de influencia de tanques y rebombes, y de distribución de presiones en la red.

En ocasiones, el organismo operador cuenta con proyectos para ampliar o rehabilitar la red de agua potable a corto plazo, por lo que es importante describirlos en el diagnóstico de eficiencia física para integrarlos en el proyecto de eficiencia hidráulica. Finalmente, es de suma importancia incluir los planes de

crecimiento que tenga el organismo operador, ya que de esta manera podrán ser tomados en cuenta.

c) Cálculo de consumos, dotación y gastos de operación

En un diagnóstico de eficiencia hidráulica de un sistema de agua potable, es necesario calcular los consumos, dotación y gastos de operación y diseño, con la finalidad de conocer la disponibilidad hidráulica de las obras de captación y los requerimientos de los usuarios del sistema de abastecimiento de agua potable.

En este sentido, interesa conocer los valores para las condiciones actuales y estimar las condiciones requeridas.

El gasto de operación medio anual en condiciones actuales se determina sumando todos los caudales medios producidos en las captaciones del sistema de agua potable. Cuando el clima de la localidad en estudio tiene variaciones extremas en verano e invierno, es importante determinar el gasto medio de operación para cada temporada. La división del gasto mayor entre el menor, es igual al coeficiente de variación máximo diario del sistema.

Para estimar el déficit o el superávit en la producción del agua para el sistema de abastecimiento, el resultado del gasto medio disponible debe ser comparado con el caudal medio requerido por los usuarios. Este dato es muy importante en el momento de elaborar el proyecto de eficiencia hidráulica, puesto que de ello se derivarán las estrategias para mejorar el sistema de distribución de agua potable. El caudal medio requerido por los usuarios se determina fijando la dotación que debería existir en el sistema de abastecimiento en condiciones de plena satisfacción de los usuarios y aplicar la ecuación:

$$Q_{med.req} = \frac{Dot_{req} \times n_{serv}}{86400} \dots\dots\dots (11)$$

Dónde:

$Q_{med.req}$ = Gasto medio requerido actual (l/s)

Dot_{req} = Dotación actual requerida para satisfacer adecuadamente a los usuarios (l/hab/día)

n_{serv} = Número de habitantes servidos en el sistema de agua potable.

F. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP)

Una planta de potabilización (PTAP) está conformada por un conjunto de procesos unitarios: físicos, químicos y microbiológicos, cuyo objetivo es convertir agua cruda o natural en agua potable, eliminando todas las impurezas presentes en ella, el tratamiento ha de corresponder a las características propias del agua a tratar. Por lo general cuando se capta agua subterránea, específicamente de manantial, se utiliza el filtro lento como tratamiento relativamente físico. Lossio Aricoché, 2012.

a) ELEMENTOS DEL SISTEMA

1. CAPTACIÓN

La captación se diseñará con el caudal máximo diario. Se diseñará con el caudal máximo horario cuando el caudal de la fuente sea mayor al caudal máximo diario requerido y no se considerará una estructura de regulación, previo un análisis económico. En el diseño deberá considerar los otros usos de la fuente, para lo cual si fuera el caso se diseñará estructuras complementarias, evitando el riesgo sanitario al sistema.

Para diseñar una captación de manantial de fondo se utiliza las siguientes formulas:

- Calculo del ancho de la pantalla

El ancho de la pantalla se determina sobre la base de las características propias del afloramiento, quedando definido con la condición que pueda captar la totalidad del agua que aflore del subsuelo.

- Calculo de la altura total (Ht)

Para el caso de la altura total se considera:

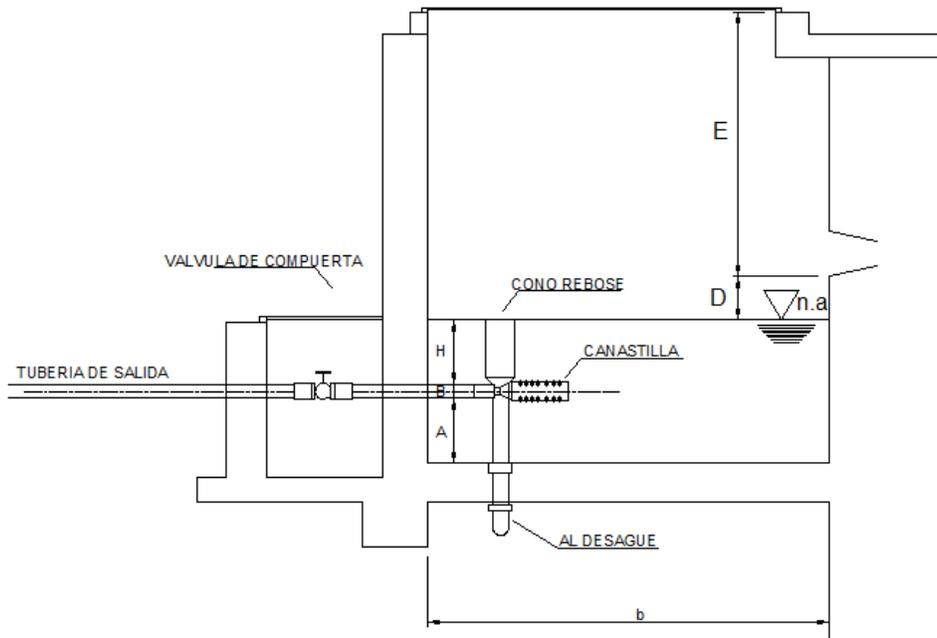
A= Se considera una altura mínima de 10 cm. Que permite la sedimentación de la arena.

B= Se considera el diámetro del tubo de salida.

H= Altura de agua sobre la canastilla.

D= Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (5 cm).

E= Borde libre (mínimo 30 cm)



$$H_t = A+B+H+D+E \dots\dots (12)$$

$$H = 1.56 * \frac{v^2}{2g} \dots\dots (13)$$

Dónde:

V: Velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción en m/s. Se debe considerar la velocidad mínima recomendada para una línea de conducción.

g: aceleración de la gravedad (9.81 m/cm2)

- **Dimensionamiento de la canastilla**

Para el dimensionamiento se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos (2) veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (D_c); que el área total de ranuras (A_t) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción; y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a $3 D_c$ y menor de $6 D_c$.

$$A_t = 2 A_c \dots\dots\dots (14)$$

Dónde:

$$A_c = \frac{\pi * D^2}{4} \dots\dots\dots (15)$$

Conociendo estos valores se puede calcular el número de ranuras de la canastilla.

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{\text{area total de las ranuras}}{\text{area de ranura}} + 1 \dots\dots\dots (16)$$

2. LINEA DE CONDUCCION.

- ✓ Serán diseñadas para conducir el caudal máximo diario y estará comprendida desde la captación hasta la planta de tratamiento o reservorio, dependiendo de la ubicación de la planta de tratamiento.
- ✓ El diámetro nominal mínimo de la línea de conducción debe ser de 20 mm; el recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1 m
- ✓ La velocidad deberá estar entre 0.6 m/sg y 3 m/sg
- ✓ En caso de sistemas donde no se disponga de reservorio, se entiende que la oferta del recurso es mayor a la demanda, la línea de conducción se diseñará para el caudal máximo horario.

Tuberías

El cálculo del diámetro de la tubería se hará utilizando métodos racionales.

Para tuberías que trabajen a presión, se recomienda la fórmula de Hazen y Williams, con los siguientes coeficientes de fricción:

Fierro galvanizado : 100

PVC : 140

Para tuberías que trabajen como canal se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

PVC: 0.009 ; Concreto: 0.015

La velocidad mínima o de auto limpieza no será menor de 0.60 m/s, la máxima recomendada será de 3 m/s, pero pueden aceptar velocidades de hasta 5 m/s, siempre que no transporten material fino.

Se instalarán válvulas de aire y de purga en los puntos más elevados y en los puntos bajos de la línea, y cuando la línea tenga longitudes largas con una pendiente mínima, la válvula de purga se instalará en el punto más bajo.

Se considerará la instalación de cámaras rompe presión para evitar que la presión estática en la línea supere la presión de trabajo de la tubería.

3. CAJAS ROMPE PRESIÓN (CRP)

Se utilizará para regular presiones de agua, cuando el desnivel entre la captación y el reservorio, es mayor a 50 m.

Se tiene CRP – tipo 6, cuando no tienen válvula de flotador y CRP– tipo 7, cuando si lo tiene.

Los componentes de los CRP son: Entrada con válvula de compuerta, salida con canastilla, tubería de ventilación y tapa sanitaria con dispositivo de seguridad.

4. FILTRO LENTO

Es el proceso de purificación, mediante el cual se elimina del agua la materia en suspensión y tiene como principal objetivo la eliminación de los microorganismos que lograron pasar el proceso de sedimentación.

Tamaño de la arena y grava en los filtros lentos

Lecho filtrante

- Diámetro efectivo: 0.15 mm a 0.35 mm
- Diámetro mínimo para aguas claras con alto contenido bacteriológico: 0.10 mm
- Diámetro mínimo para agua turbia 0.40 mm

Nota: El presente cuadro es un esquema referencial y se sugiere que la capa de soporte tenga un mayor espesor si en el diseño del sistema de tratamiento no se ha considerado un pre filtro o si el agua tiene una alta turbidez.

Capa de soporte

Camada	Tipo	Diámetro de partícula (mm)	Espesor de la camada (mm)
Superior	Arena gruesa	1- 2	50
Segunda	Gravilla fina	2 – 5	50
Tercera	Gravilla	5 – 10	50
Inferior	Grava	10 – 25	150

Beneficios:

- Reducción de bacterias hasta en un 95%.
- Reducción de color hasta en un 30%.
- Reducción de la turbidez.
- Reducción satisfactoria de olor y sabor.

Control y mantenimiento de filtro.

Para asegurar un tratamiento correcto hay que realizar una serie de actividades:

- ✓ Evitar turbulencias y agitación de la arena en el llenado del filtro.
- ✓ Evitar la dispersión de sólidos manteniendo una adecuada coagulación.
- ✓ Controlar la turbidez y el color.
- ✓ Evitar la pérdida de carga en el efluente del filtro.
- ✓ Mantener el filtro limpio. Se realizará el lavado cuando el filtro pierda la máxima carga permitida o cuando la calidad del agua alcance los límites mínimos permitidos por la legislación. Para la limpieza de los filtros, se debe

retirar la capa de arena colmatada o lavar el filtro con agua a presión mediante flujo inverso.

- ✓ Controlar la altura del agua sobre lecho, que puede ser variable o constante, pero en ningún momento debe trabajar en seco.
- ✓ Controlar la velocidad de filtración.
- ✓ Filtros lentos. Es necesario que el filtro se use de forma continua y con una velocidad de filtración constante para que no pierda eficacia. Esta velocidad se puede medir a la entrada (sistema recomendado) mediante un orificio o vertedero que deje pasar un caudal constante, o a la salida donde la altura del agua se utiliza para controlar el caudal.
- ✓ Filtros rápidos. La velocidad de filtración depende de la calidad del agua y del método de filtración, y debe garantizar la eficiencia del proceso.

Dimensionamiento.

- **Caudal de diseño.**

Para el diseño del filtro lento el caudal de diseño es igual al caudal máximo diario.

- **Número de unidades de filtros.**

Se considera como mínimo dos unidades de filtración.

- **Área superficial (As)**

$$As = \frac{Q}{N \cdot V_f} \dots\dots\dots (17)$$

Dónde:

As = m²

V_f = velocidad de filtración (m/h)

N = número de unidades.

Q = caudal de diseño (m³/h)

- **Coeficiente de mínimo costo (k)**

$$K = (2N)/(N+1) \dots\dots\dots (18)$$

- **Longitud de unidad.**

$$L = (As*k)^{1/2} \dots\dots\dots (19)$$

- **Ancho de unidad.**

$$B = (As/k)^{1/2} \dots\dots\dots (20)$$

- **Velocidad de filtración real (Vfr).**

$$Vfr = Q/(2*A*B) \dots\dots\dots (21)$$

5. RESERVORIO

a) Tipo de reservorio

- ✓ Apoyado, cuando se ubica sobre el terreno.
- ✓ Elevado, cuando se ubica sobre estructura de soporte.

El reservorio debe cumplir los siguientes objetivos:

- ✓ Suministrar el caudal máximo horario a la red de distribución.
- ✓ Mantener presiones adecuadas en la red de distribución.
- ✓ Tener agua de reserva en caso se interrumpa la línea de conducción.
- ✓ Proveer suficiente agua en situaciones de emergencia como incendios.

b) Capacidad

Se recomienda el 25% del volumen de abastecimiento máximo diario (Qmd). Esto equivaldría a un almacenamiento de 6 horas por día (aproximadamente 10 p.m. a 4 a.m.).

$$V. \text{almac.} = 0.25 * \frac{Qmd*86400}{1000} \dots\dots\dots(22)$$

c) Materiales de construcción

Deben ser de concreto armado.

En reservorios pequeños se puede usar ferro-cemento, hasta un diámetro máximo de 5 m. y altura de 2 m. Hasta 5 m³ se puede usar también reservorio de plástico.

Se recomienda el diseño circular por presentar la relación más eficiente de área/perímetro.

d) Características físico- química - biológicas del agua

- **pH:** Los microorganismos son capaces de vivir en un intervalo de pH determinado, generalmente medios muy ácidos o muy básicos son ambientes adversos para su supervivencia. De este modo el pH condiciona la eficacia de la desinfección.
- **Partículas en suspensión:** su presencia en el agua puede proteger a los patógenos frente a la desinfección.
- **Materia orgánica:** la presencia del indicador general, E. Coli, hace necesario que se deba tratar, para en forma general se utiliza el hipoclorito de calcio, empleando el método del hipoclorador o por goteo.

6. RED DE DISTRIBUCIÓN.

Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que se instalan para conducir el agua desde el reservorio hasta la toma domiciliaria o piletas públicas.

Componentes principales

- **Válvula de control.** Se coloca en la red de distribución, sirve para regular el caudal del agua por sectores y para realizar la labor de mantenimiento y reparación.
- **Válvula de paso.** Sirve para controlar o regular la entrada del agua al domicilio y para el mantenimiento y reparación.

- **Válvula de purga.** Se coloca en los puntos más bajos del terreno que sigue la línea de conducción. Sirve para eliminar el barro o arenilla que se acumula en el tramo de la tubería.

Además, también podemos encontrar una cámara rompe presión en la red de distribución (TIPO 7), cuando se presenta un gran desnivel entre el reservorio y las viviendas. Se coloca para disminuir la presión del agua, y en el caso inverso para aumentar la presión del agua dentro de la tubería cuando ésta no es consumida, accionándose el cierre de la boya y permitiendo de esta manera, abastecer de agua a las viviendas de las partes altas. Deben estar ubicadas en lugares estratégicos dentro de la línea de distribución para que le permita cumplir con su objetivo

7. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Son las conexiones al domicilio o pileta pública a partir de la red, con los siguientes componentes:

- Conexión a la red mediante T o abrazadera.
- Tubería de conexión de ½”.
- Válvula de cierre antes y después del medidor o solo una sin medidor.
- Medidor (opcional).
- Accesorios y piezas de unión.
- Caja de protección.

G. CONCEPTOS BÁSICOS

1. FILTRACION

Los filtros inicialmente tuvieron carácter doméstico. Entre nosotros se usaron por mucho tiempo los filtros de piedras porosas colocadas en tinajeros. En Francia se difundieron mucho en el Siglo XVIII y XIX los filtros de esponjas, paños, lana y otros materiales. Cuando se hicieron los primeros filtros no domésticos, el agua filtrada no se distribuía por tuberías, sino que se vendía por galones al consumidor. Así surgieron las primeras Compañías de Agua que fueron de

carácter privado. A partir de 1856, en Francia aparecieron los filtros a presión: "Fonvielle" y "Souchon". Los primeros estaban constituidos por un cono truncado de hierro fundido con tapa semiesférica, en el cual había 0.70 m. de lecho filtrante compuesto de 0.25 m. de esponjas marinas, 0.25 m. de piedra caliza y 0.20 m. de arena de río. Se lavaban extrayendo el material filtrante. Los segundos estaban constituidos por tres lechos de paño de 0.20 m. de espesor. El objeto de estos filtros era el de colar los sedimentos del agua.

Alegaban que al filtrar hacia abajo, la mayoría de la materia suspendida quedaba retenida en las primeras capas del lecho, lo que facilitaba la limpieza del filtro, pues bastaba raspar esas capas (procedimiento que todavía se usa en los filtros lentos). Los segundos decían que al filtrar hacia arriba a través de material cada vez más fino, la gravedad producía el asentamiento de la mayoría de las partículas en el fondo del filtro, y las restantes que alcanzaran a subir, podrían ser fácilmente lavadas invirtiendo el sentido del flujo. Lentamente se impuso la primera escuela (Filtración descendente) y el uso de los filtros lentos de arena se popularizó tanto en Europa como en América. Con el advenimiento de la Microbiología, nacida a mediados del Siglo XIX, (L. Pasteur, 1822-1895), se le fue dando cada vez mayor importancia al aspecto bacteriológico de la filtración, y ya a fines de dicho siglo muchas ciudades tanto del viejo como del nuevo mundo habían construido plantas de filtración.

En los últimos 60 años, tanto la teoría como la práctica de la filtración se han venido desarrollando notablemente, pero sin que se le hayan hecho modificaciones sustanciales al proceso inicial. Harris, 1970.

2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FILTRACION.

Existe una larga lista de factores que en una forma u otra influyen en el proceso de filtración. Podríamos enumerar los siguientes:

- Tipo de medio filtrante
- Velocidad de filtración

- Tipo de suspensión:
 - o Características físicas (volumen, densidad, tamaño)
 - o Características químicas (pH, potencial zeta)
- Influencia de la temperatura

Cuadro 1: Características de diseño de filtro lento.				
CARACTERISTICAS	FILTRO LENTO CON LECHO DE ARENA			
Rata o carga superficial de filtración	m ³ /m ² /día	7	9.33	14
	lt/seg/m ²	0.081	0.108	0.162
Velocidad de filtración	cm/seg	0.0081	0.0108	0.0162
Profundidad del lecho filtrante	30 cm de grava 90 - 110 cm de arena			
Drenaje	Tuberías perforadas de gres o cemento.			
Lavado	Raspando la superficie de la arena.			
Pérdida de carga	DE 16 cm hasta 1.20 m máximo.			
Tiempo entre limpiezas	20 - 30 - 60 días			
Penetración del floc	Superficial			
Cantidad de agua usada en el lavado	0.2 - 0.6 % del agua filtrada.			
Tratamiento previo del agua	Ninguno o aireación (rara vez floculación y sedimentación)			
Costo de construcción	Alto			
Costo de operación	Bajo			
Área ocupada por los filtros	Mas grande que la de los filtros de arena (Aprox. 12 veces mayor)			

Fuente: Agüero Pittman, Roger. (1997). Agua potable para poblaciones rurales”, Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. Lima: SER.

H. FILTROS LENTOS

Generalidades

Tres tipos de filtros lentos vamos a considerar:

- (a) Filtros lentos convencionales
- (b) Filtros lentos ascendentes
- (c) Filtros lentos dinámicos.

La filtración lenta, esto es, a tasas menores de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$, precedió a la filtración rápida. Los primeros filtros lentos para toda una población se construyeron en Paisley (Escocia) en 1804. Con la aparición de los filtros rápidos, los lentos se fueron usando cada vez menos, en especial en países de las Américas, en algunos de los cuales no se volvieron a construir nuevas instalaciones de este tipo en los últimos 30 años. Hudson, 1969.

Sin embargo, en los países en desarrollo, los filtros lentos, en zonas rurales principalmente, pueden tener ventajas definidas sobre los filtros rápidos, cuando:

1.- La turbiedad del agua cruda no sobrepasa 100 U.J. y eso no todo el tiempo.

Turbiedades menores de 50 U.J. son preferibles pero se pueden aceptar por pocos días al año turbiedades mayores de 100 U.J.

2.- El precio de la tierra es bajo. Los filtros lentos ocupan aproximadamente un área de 20 a 40 veces mayor que los rápidos.

3.- El contenido de color no es alto (mayor de 50 ppm). El color es removido sólo en baja proporción por los filtros lentos (No hay coagulación previa).

4.- Se quiere depender más de la remoción bacterial producida por los filtros que de la desinfección producida por el cloro.

5.- No existe en el lugar la capacidad técnica para operar sistemas completos de coagulación - filtración.

En especial son estas dos últimas condiciones las que determinan la superioridad de los filtros lentos en zonas rurales. Sin embargo, su aplicabilidad no puede ser general, debido a las limitaciones que éstos tienen sobre turbiedad y color del agua cruda.

A. Filtros lentos convencionales

- Descripción general

Un filtro lento de flujo descendente consiste en una caja rectangular o circular a la cual se le coloca de 0.90 m a 1.20 m de arena fina sobre 0.40 - 0.45 m de grava gruesa. Encima del lecho filtrante se deja una capa de agua de 1.00 m a 1.50 m y debajo de la grava se colocan un sistema de drenes apropiados.

Ya sea a la entrada o a la salida, el flujo se regula para mantener una velocidad de filtración constante.

- Lecho filtrante

La grava se diseña en forma similar a la de los filtros rápidos.

El lecho más fino debe ser de 1/16" (1.59 mm) o' 1/12" (2.12 mm) preferiblemente.

La arena está constituida por un lecho de 0.90 a 1.20 m de granos finos de 0.3 a 0.35 mm de tamaño efectivo y 1.5 a 3.0 de coeficiente de uniformidad, más frecuentemente 1.8 a 2.0. La arena se coloca sobre la grava por capas. Al no existir lavado ascendente no existe estratificación y los granos finos se mezclan con los gruesos, lo que hace que la porosidad sea menor que en los filtros rápidos.

- Número de unidades

Por lo menos debe haber dos unidades, de modo que cuando se ponga fuera de servicio una, pueda trabajarse con la otra. Debe por tanto considerarse una capacidad adicional de reserva, como lo indica la tabla siguiente:

Cuadro 2: Capacidad adicional necesaria en plantas de tratamiento con filtros lentos.		
Población	Número de unidades	Unidades de reserva
> 2,000	2	100%
2,000 - 10,000	3	50%
10,000 - 60,000	4	33%
60,000 - 100,000	5	25%

Esto implica que cuando se diseña para pequeñas poblaciones, un solo filtro debe ser capaz de tratar la totalidad del flujo sin sobrecarga, para mantener una capacidad de reserva de 100 %. Para poblaciones mayores esta reserva puede ser menor.

- Forma de los filtros

Los filtros lentos pueden ser circulares o rectangulares, con paredes verticales o inclinadas, como lo muestra la

La ventaja de estas últimas, es la de que se puede transmitir toda la carga al terreno y solo cubrir con una capa impermeabilizante la parte excavada, para evitar las filtraciones. Requiere un espacio mayor debido al talud, ya que el área crítica está a nivel de la superficie del medio filtrante. El volumen total de arena es menor.

- Sistema de drenaje

Los sistemas de drenaje del filtro lento pueden ser de diferente tipo, principalmente:

(1) Ladrillos tendidos de canto, con otros ladrillos encima tendidos de plano, dejando un espaciamiento de 1 cm entre los lados. El conjunto drena hacia un canal colector central, que recolecta todo el flujo del filtro.

(2) Bloques de concreto poroso en forma de puente, que confluyen también a un canal central.

(3) Tuberías de drenaje perforadas con orificios no mayores de 1" (2.54 cm). Estas tuberías pueden desembocar en forma de espina de pescado a un conducto o tubería central o a un pozo lateral con una pendiente del 1 % al 2 %.

- **Limpieza del filtro lento**

La limpieza del filtro lento se hace raspando uno o dos centímetros de la superficie del lecho y extrayéndolos. La altura de la capa filtrante va disminuyendo con cada raspado. Generalmente después de 10 a 15 raspados el lecho se ha reducido hasta quedar sólo 60 - 70 cm y debe colocarse nueva arena en el filtro. En filtros de gran área, como los que existen en Europa, se usan sistemas mecánicos de limpieza que lavan "in situ" la arena y la vuelven a poner automáticamente.

En sistemas intermitentes algunos operadores prefieren después de tres raspados, lavar la arena que han extraído y colocarla de nuevo, para evitar el tener que reponer gran cantidad de medio filtrante de una sola vez, lo que puede ser una operación costosa.

La frecuencia con que haya que hacer la limpieza depende de la calidad del agua cruda. Puede variar desde dos días, hasta dos meses o más según el caso. Frecuentes limpiezas hacen gravoso y antieconómico el funcionamiento de los filtros lentos. El raspado del lecho debe efectuarse, cada vez que la pérdida de carga excede la presión estática sobre los drenes. Cuando hay problemas con aire es conveniente hacerlo más a menudo. Para medir la pérdida de carga es necesario dejar un piezómetro conectado al tubo efluente o a la caja del filtro. Este detalle por desgracia, suele a veces ser olvidado por los diseñadores.

- **Llenado del filtro**

El filtro lento hay que llenarlo por los drenes, para evitar que el aire que existe en el lecho filtrante, pueda quedar atrapado entre los granos y obstruya el paso del agua durante la operación del filtrado.

Para esto es conveniente dejar una tubería que interconecte todas las unidades, a fin de que cualquier filtro se pueda llenar por el fondo, con el flujo de los otros.

- Operación de los filtros lentos

Debido principalmente al hecho de que el agua permanece largo tiempo en contacto con el medio filtrante, pues la limpieza de éste se hace con mucho menos frecuencia, se crea la oportunidad para que proliferen diferentes tipos de microorganismos, tanto en el lecho como en la capa de agua que queda sobre él.

Gran importancia por eso, se ha atribuido a la película biológica que se forma en la superficie del medio filtrante, llamada comúnmente "Schmutzdecke" (techo de fango). A ella se atribuye la alta eficiencia bacteriológica de los filtros lentos.

Este estrato biológico está compuesto de bacterias, algas filamentosas, diatomáceas y plancton en general. Su actividad suele ser grande en especial cuando el agua cruda permite la penetración de la luz solar, lo que a veces induce un exagerado crecimiento de algas, que pueden ser perjudiciales por cuanto obstruyen el lecho. Hay quienes por eso prefieren cubrir los filtros para protegerlos de la insolación directa, pero esta solución suele ser bastante costosa.

Recién iniciada la operación, la eficiencia bacteriológica del filtro es baja y va aumentando a medida que pasa el tiempo, lo que se suele llamar "proceso de maduración del lecho". Se deduce de aquí que el raspado frecuente del medio filtrante es inconveniente.

Por otra parte la eficiencia de los filtros lentos en la eliminación de partículas de turbiedad y color, está limitada por la ausencia de un proceso de coagulación que acondicione el afluente.

La reducción de color es especialmente pobre, un 20 % a un 30 % solamente debido a las características físico-químicas de este coloide.

La remoción de turbiedad puede llegar hasta un 90 pero generalmente suele ser menor 60 %, dependiendo del comportamiento de la suspensión que se filtre.

B. Filtros Lentos dinámicos

El llamado "Filtro dinámico" es solamente otra variedad del filtro lento. En la actualidad se han instalado más de 30 de éstos, en la zona rural de países como Argentina.

La mayor ventaja de este tipo de filtros está en que su costo de construcción es muy bajo, ya que las paredes, cuya altura es de sólo 0.90 a 1.0 m, pueden ser hechas de concreto simple, o de ladrillo impermeabilizado. Mayores estudios se requieren para obtener una información más completa sobre este tema.

I. CONTROL DEL PROCESO DE FILTRACION

Antes de poder realizar cualquier estudio del proceso de filtración en una planta de tratamiento, es necesario:

A) Analizar las condiciones en que éste se desarrolla, específicamente la precisión de los datos suministrados por los equipos de control y medida del flujo del filtro, así como el estado en que se encuentra el medio granular que se usa.

B) Conocida esta información, evaluar la eficiencia con que se está desarrollando el proceso en lo referente a remoción de microorganismos y partículas suspendidas.

A) El primer tipo de estudio comprende:

1.- Precisión de los instrumentos de control de la filtración:

(a) Medidor de caudal de filtración

(b) Medidor de pérdida de carga

(c) Amplitud de las oscilaciones de la pérdida de carga

2.- Control del lavado:

- (a) Controlador de caudal de lavado
- (b) Duración del lavado
- (c) Expansión de la arena
- (d) Desplazamiento de la grava
- (e) Trampas de arena

3.- Análisis del medio filtrante:

- (a) Granulometría
- (b) Determinación de bolas de barro
- (c) Peso específico
- (d) Porosidad
- (e) Dureza
- (f) Solubilidad en ácido clorhídrico

B) El segundo tipo de estudio comprende:

1. Medición de turbiedad
2. Medición de número de partículas: control microscópico
3. Medición del aluminio residual
4. Tapón de algodón.
5. Filtros pilotos

Es evidente que no siempre se requiere realizar todas las pruebas anteriores. Según el criterio del operador, algunas de ellas podrán o tendrán que realizarse en forma rutinaria, otras sólo ocasionalmente, y además únicamente cuando se desean efectuar estudios específicos. Raymond, 1996.

J. PRECISION DE LOS INSTRUMENTOS DE CONTROL DE LA FILTRACION

- Medidor de caudal de filtración

Casi todo filtro tiene un sistema de medida de flujo consistente en un tubo Venturi, un orificio o un vertedero.

En los dos primeros casos, el flujo se determina por la diferencia de presiones y en el último por la variación en el nivel de agua.

Cualesquiera sean los sistemas de medida en la mesa de operación cuando la hay se suele incluir un dial que marca los lt/seg o los m³/hora que cada unidad de filtración está produciendo.

Es conveniente determinar cuál es la precisión de las lecturas que aparecen en él. El método más simple es el siguiente:

- (a) Cerrar la válvula afluyente
- (b) Cerrar la válvula efluente
- (c) Lavar el filtro en la forma convencional. Suspender el lavado y llenar el filtro hasta el nivel normal.
- (d) Colocar una regla graduada en el filtro.
- (e) Abrir la válvula efluente y determinar en segundos el tiempo que tarde en bajar el nivel 20 ó 30 cm.

K. CONTROL DEL LAVADO

- Control del caudal de lavado

Por lo general en toda planta de tratamiento se deja un controlador del caudal de lavado tipo Venturi o de válvula de mariposa, que además afora la velocidad ascensional en pulgadas por minuto o en m/seg. La precisión de este instrumento debe ser chequeada en forma similar a la que se explicó para el caso de la rata de filtración.

Utilizando el mismo equipo, se puede proceder en la siguiente forma:

- (a) Cerrar la válvula afluente y cuando el nivel del agua desciende hasta la superficie del borde de las canaletas, cerrar la válvula efluente.
- (b) Abrir la válvula de desagüe y de lavado y continuar con la limpieza del filtro en forma convencional.
- (c) Cuando ésta haya terminado, cerrar la válvula de desagüe manteniendo cerrada la del efluente y abierta la del lavado y medir el tiempo que tarda en subir 30 cm el nivel de agua en la caja del filtro.
- (d) Abrir la válvula efluente y proseguir con el proceso de filtración normal.

La distancia (30 cm) dividida por el tiempo que tarda el agua en ascender (segundos) será la velocidad de lavado, en cm/seg. Si ésta no coincide con el dato suministrado por el controlador de caudal, significa que dicho aparato se encuentra descalibrado y debe corregirse.

Cuadro 3: Conversiones útiles				
m/min	cm/seg.	pl/min	m³/m²/min	lt/seg./m²
1.0	1.66	39.4	1.0	16.66
0.0253	0.0424	1.0	0.0254	0.424

- **Duración del lavado**

La limpieza del lecho filtrante depende básicamente de dos parámetros: la expansión de la arena producida por la .velocidad ascensional y el tiempo durante el cual se realiza dicha operación.

Para determinar este último, uno de los procedimientos más aconsejados es el extraer muestras del agua que se produce durante el lavado, bajando al canal de desagüe frascos de 100 ml o más atados a un cordel o en cualquier forma para

obtener porciones no menores de 100 cc, a las cuales posteriormente se les determina la turbiedad. Previamente debe tenerse preparados de 10 a 15 frascos para realizar esta operación.

Se obtienen así curvas como la que muestra la figura 09 realizadas en la planta experimental de filtración de Cúcuta (Colombia). La turbiedad se incrementa inicialmente y luego va disminuyendo hasta obtener un valor que tiende a ser constante y que por lo general está entre 2 - 4 U.J.

El tiempo óptimo de lavado será aquel que se necesita para llegar a ese valor, cuando se ve que poco se gana prolongando más el lavado. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que la turbiedad del agua que queda en el filtro cuando se suspende el flujo ascensional, no parece tener relación directa con la calidad del efluente que se obtenga cuando se inicia de nuevo la operación del filtrado. El control de la turbiedad en la forma descrita sirve sólo para tener una guía, que permita determinar en forma un poco menos empírica el tiempo de limpieza más adecuado.

Cada filtro en una planta de tratamiento puede presentar una curva diferente, según el estado en que se encuentre el medio filtrante.

- Expansión del lecho del filtro

La expansión del lecho del filtro es otro parámetro básico que debe observarse cuidadosamente durante el lavado. Algunas plantas de tratamiento por eso tienen medidores de expansión, los cuales deben ser periódicamente calibrados.

Existen tres métodos por lo menos para medir el incremento de la profundidad del lecho debido al flujo ascendente:

(a) Realizar el lavado con una velocidad constante, hasta que el agua que queda en el filtro sea lo suficientemente transparente como para poder medir con una regla graduada el nivel de la superficie del medio granular. Cuando esto es posible, se mide primero la profundidad desde el borde del filtro hasta el lecho antes de iniciar el lavado y luego durante el mismo. La diferencia es la expansión. Se expresa como porcentaje con respecto al lecho no expandido.

(b) Otro método consiste en colocar una serie de copas en una regla larga e introducir este aparato en el filtro durante el lavado. La copa más alta que contenga medio granular indicará la máxima expansión.

(c) Sumergir una luz dentro del filtro, hasta que apenas desaparezca en el agua,. Esto indicará la profundidad adonde se encuentra la superficie del lecho filtrante. No debe usarse nunca un foco conectado a la corriente eléctrica normal de la planta.

La linterna de la parte superior puede reemplazarse por una pequeña linterna de pilas introducida en el extremo inferior del tubo, el cual debe hacerse estanco para evitar que las baterías entren en contacto con el agua y se dañen.

- **Desplazamiento de la grava**

Ya sea por defectos hidráulicos del sistema de drenaje, o por los chorros de agua que se producen en la gravilla superior que soporta la arena, el lecho de grava con el tiempo se desplaza de su posición horizontal y toma una forma ondulada parecida a curvas de nivel.

A veces la superficie del lecho filtrante se ve también dispareja y en ocasiones con huecos hondos, señal de graves fallas en el sistema de soporte del material fino.

L. ANALISIS DEL MEDIO FILTRANTE

- **Generalidades**

La obstrucción del lecho filtrante por masas endurecidas impermeables, formadas por la compactación del medio granular, es un problema bastante común y por tanto debe ejercerse vigilancia sobre él.

En especial cuando se usa arena de ± 0.5 de T.E, estos conglomerados o bolas de barro se acumulan en la superficie del lecho en los primeros 15 cm. De aquí la costumbre de diseñar un lavado superficial ya sea por medio de chorros fijos o de brazos rotatorios, como se explicó en otra parte.

Tales procedimientos pueden no ser efectivos cuando se emplean lechos dobles de arena y antracita, esta última con ± 0.8 mm de T.E. Las bolas de barro suelen penetrar a veces más de 15 cm y aún establecerse en la interface arena - antracita.

En algunas plantas en que se usan ayudantes de filtración, se ha comprobado la formación de una costra resistente alrededor de las paredes del filtro, que sólo puede ser rota o desprendida con un elemento punzante.

Cuando las masas duras se forman profundamente en el lecho, el aumento de las velocidades de lavado suele ser contraproducente, pues por su mayor peso y tamaño éstas tienden a situarse cada vez más hondo dentro del filtro.

Se ha sugerido por eso el lavado subsuperficial con chorros fijos a 30 - 45 cm de profundidad. Su efectividad está aún por evaluarse.

De todas maneras la única forma de conocer el estado en que se encuentra el medio filtrante, es realizando periódicamente análisis del mismo.

- **Granulometría del lecho filtrante**

A medida que se va lavando repetidas veces un filtro, se va perdiendo el medio filtrante ya sea por las canaletas de lavado o por los drenes. Este problema es particularmente agudo cuando la planta apenas entra en funcionamiento, sobre todo si no se ha tenido la precaución de deshacerse de las partículas más finas o livianas.

De cualquier manera la granulometría del lecho cambia con el tiempo, en especial en la capa superior. Resulta por eso en ocasiones pertinente analizar esta última capa y a veces la totalidad del lecho.

La muestra así obtenida se criba de la manera usual y los resultados se dibujan en papel semilogarítmico. Se ve así el diámetro prevaleciente de las partículas de la capa superior, el cual se compara con el que debería existir, de acuerdo con los análisis realizados cuando se instalaron los respectivos lechos filtrantes. Si los resultados son muy distintos, se puede pensar en agregar material fino al lecho, caso de que se vea que el comportamiento del filtro justifica la medida.

Este análisis es también útil cuando se nota una marcada disminución en la profundidad del medio granular debido a una excesiva velocidad de lavado, y se quiere restituirlo a sus primitivas especificaciones. Como lo que se ha perdido es el material más pequeño, el que se use para reemplazarlo debe tener iguales características. El agregarle material del mismo que se colocó inicialmente y que está compuesto de una variedad de tamaños, alteraría las especificaciones del lecho cambiando su diámetro efectivo y su coeficiente de uniformidad.

Tomar una muestra de la totalidad de las capas filtrantes, tal como está trabajando en realidad, puede ser particularmente instructivo cuando se usan medios duales o triples. En este caso se puede emplear un aparato el cual con un movimiento de percusión y rotación se puede introducir dentro del lecho. Una vez extraída la muestra se remueve la tapa y se determina el porcentaje de antracita y arena en cada capa.

Es muy útil observar el grado de intermezcla de los medios, y la estratificación de las capas de los distintos materiales. También podría realizarse análisis granulométrico de la muestra, si se considera necesario.

- Dureza

La determinación de la dureza del material filtrante es útil principalmente cuando se usa antracita como medio. Se puede realizar empleando la escala de Moh o por resistencia a la abrasión.

La conocida escala de Moh clasifica a los minerales por la capacidad que cada uno tiene para rayar a otro o dejarse rayar por él. Según esta propiedad la clasificación de dureza es la siguiente:

Material	Clasificación	Material	Clasificación
Talco	1	Ortoclasa	6
Yeso	2	Cuarzo	7
Calcita	3	Topacio	8
Fluorita	4	Corindón	9
Apatita	5	Diamante	10

La dureza puede también obtenerse determinando el porcentaje que se pierde por abrasión durante el lavado. Para ello se colocan 500 gr (debidamente desecados a 103 °C durante 24 horas y pesados) del material filtrante que se quiere analizar en un tubo de vidrio o plástico transparente de 2". Se inyecta por el fondo un flujo suficiente para expandir el lecho un 30 % y se conserva dicho flujo por 60 horas.

Se saca el medio filtrante, se le deseca durante 24 horas a 103 °C y se lo pesa de nuevo. La diferencia de peso será el peso del material perdido por abrasión. El porcentaje D de pérdida será:

$$D = \frac{500 - W_c}{500} \times 100 \dots\dots\dots (23)$$

Dónde: **W_c**= peso después de 60 horas de lavado.

Cuando el material es arena, D debe ser despreciable. Cuando es antracita no debe ser mayor del 1 % y preferentemente menor de 0.5%. Esto impone la restricción de que no más de 5 gr puede perderse durante 60 horas de lavado (muestra de 500 gr), lo que equivale a permitir un 1 % anual de pérdida de lecho filtrante, si éste se lavara cada 24 horas por 10 minutos.

M. EFICIENCIA DE LOS FILTROS

La determinación de la eficiencia de los filtros puede hacerse de varias maneras, las más comunes de las cuales y que vamos a estudiar son:

- (a) Medida de la turbiedad efluente.
- (b) Control del número de partículas.
- (c) Medición del aluminio residual en el efluente.
- (d) Tapón de algodón.
- (e) Filtración en filtros pilotos.

Ninguno de estos métodos describe la totalidad del proceso. Por eso es útil disponer de varios procedimientos para poder estimar con más seguridad el trabajo que están realizando los filtros. Debe tenerse en cuenta por último, que

aún un agua filtrada con muy baja turbiedad puede contener una enorme cantidad de partículas en suspensión.

Cuadro 4: Número de partículas de agua filtrada.	
Turbiedad	N° de partículas
5	10^7
0.5	10^6
0.05	10^5

Es lógico pensar que entre todas estas partículas puedan mezclarse ocasionalmente organismos patógenos, tales como virus, protozoarios (amebas), que por lo común requieren dosis de cloro mucho más altas que las que ordinariamente se aplican en las plantas de tratamiento, y que en consecuencia no resultan posteriormente eliminados en el proceso de desinfección.

Otros organismos como los nemátodos, debido a su motilidad, pueden deslizarse por entre los granos del medio filtrante y aparecer en el efluente. Existe la sospecha de que en su tracto intestinal puedan transportar microorganismos entéricos causantes de enfermedades, que quedarían en esta forma defendidos de la acción de los desinfectantes, ya que la cloración no produce mayor efecto sobre los nemátodos. Castillo Gonzales, 2004.

- **Estudio microscópico del agua**

El estudio microscópico del agua filtrada ha sido sugerido en repetidas ocasiones, y parece tener interés en especial en plantas de tratamiento debidamente equipadas para ello.

El procedimiento consiste en tomar una muestra de 2 lt o más si es necesario, concentrarla de acuerdo con los Métodos Normales, ya sea por centrifugación o por filtración en el embudo de Sedgwick-Rafter, colocar el concentrado en un

microscopio calibrado provisto de ocular micrométrico, y contar el número de partículas presentes en la celda.

La ventaja de este método de evaluación está en que permite observar la clase de material que pasa por los filtros y, con alguna experiencia, identificar tanto la materia de origen biológico como las masas amorfas de origen químico.

Se puede de esta manera detectar el material microscópico no óptico, que no aparece registrado como turbiedad y que tiene importancia en la evaluación de los procesos de tratamiento.

Este es un punto que merece atenta consideración. Los estudios realizados por Westerhoff han demostrado que existe poca correlación entre la turbiedad y el conteo microscópico de las partículas, especialmente en aguas sin tratamiento o en aguas filtradas.

De aquí, puede deducirse que la turbiedad no es un buen índice del número de partículas que el agua filtrada contiene y, por tanto, de la posible carga orgánica del efluente, ya que parece que parte del material suspendido no puede detectarse por fotometría debido a que no produce suficiente diseminación de la luz.

N. ESCLEROMETRIA

Según el Ing. suizo Ernst Schmidh en 1948, para contribuir con una versión tecnológicamente más desarrollada que los iniciales métodos de dureza superficial generados en la década del veinte crea el esclerómetro como método de verificación más tecnológico en su época y que hasta ahora es usado en estudios de evaluación de estructuras de concreto.

1. CAMPO DE APLICACIÓN

Originalmente, fue propuesto como un método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto, estableciendo curvas de correlación en laboratorio. Sin embargo, por los diferentes factores que afectan los resultados y la dispersión que se encuentra, en la actualidad se le emplea mayormente en los siguientes campos:

- Evaluar la uniformidad del concreto en una obra.
- Delimitar zonas de baja resistencia en las estructuras.
- Informar sobre la oportunidad para desencofrar elementos de concreto.
- Apreciar, cuando se cuenta con antecedentes, la evolución de la resistencia de estructuras.
- Determinar niveles de calidad resistente, cuando no se cuente con información al respecto.
- Contribuir, conjuntamente con otros métodos no destructivos a la evaluación de las estructuras.

2. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ENSAYO

- Posición del martillo.
- Textura y estado de la superficie de concreto (carbonatada aumenta resistencia).
- Concentración de árido grueso en la superficie (aumenta resistencia).
- Medida, forma y rigidez del elemento constructivo.
- Edad del concreto.
- Condiciones de humedad interna (Baja resistencia).
- Tipo de agregado.
- Tipo de cemento.
- Tipo de encofrado.
- Grado de carbonatación de la superficie.
- Acabado.
- Temperatura superficial del concreto y la temperatura del instrumento.

1. EQUIPO

- **Martillo de Rebote**

Consiste en una barra de acero (émbolo), la cual recibe el impacto de una pieza de acero impulsada por un resorte. Este impacto se transmite a la superficie de concreto y debido a la resistencia de este, la pieza rebota y su desplazamiento máximo es registrado en una escala lineal fija al cuerpo del instrumento.

- **Piedra abrasiva**

Está constituida por granos de carburo de silicio de tamaño medio o de algún otro material y textura similar.

2. ANGULOS DE UTILIZACION DEL ESCLEROMETRO

El esclerómetro tiene 03 ángulos de aplicación con respecto a la pred de la estructura para las lecturas, siendo ellos en ángulos de $+90^\circ$, -90° y 0°

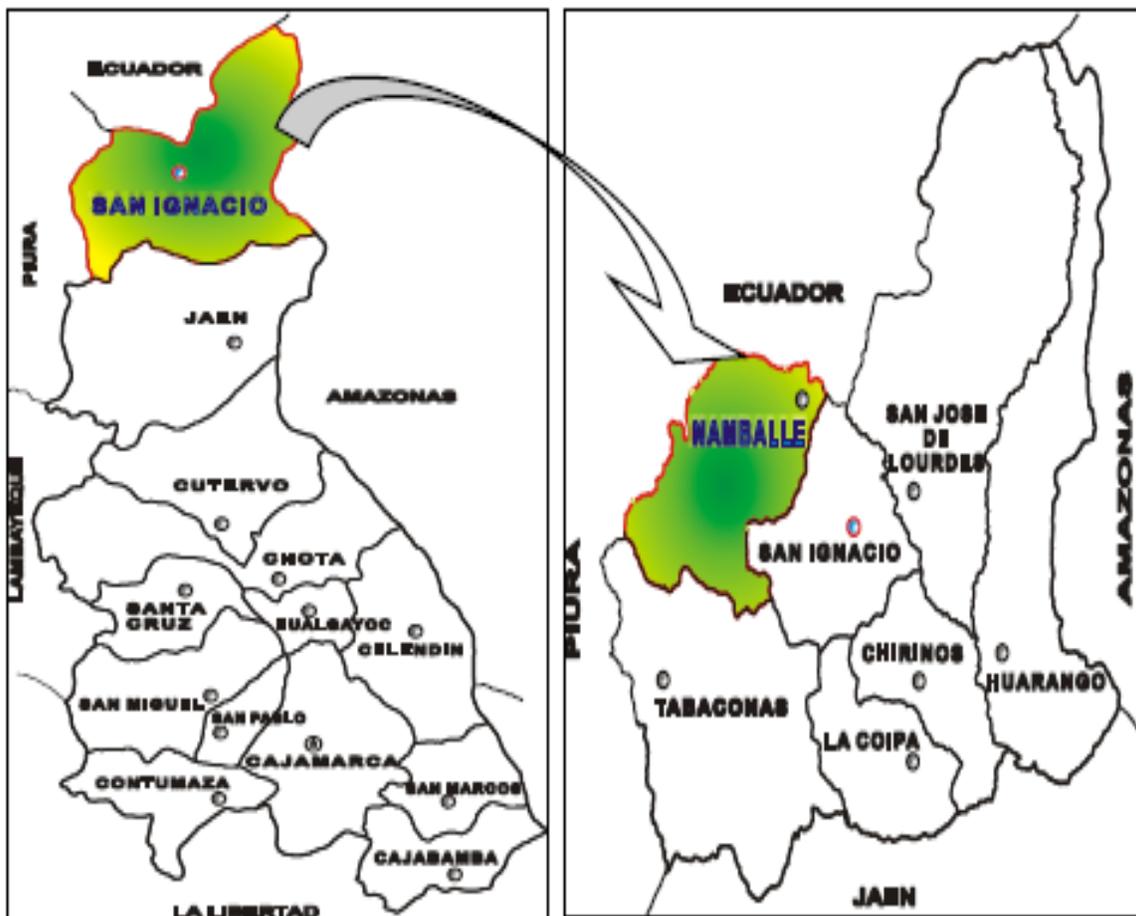
CAPITULO III. METODOLOGIA

Antes de empezar a describir la metodología usada es necesario conocer algunas características básicas y necesarios de la zona en estudio, tales como:

2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La investigación se realizó en el casco urbano del Distrito de Namballe que se encuentra ubicado en la parte norte de la Provincia de San Ignacio, siendo sus coordenadas, geográficas: 5° 01' de latitud sur y 79° 06' 30" de longitud oeste, con una altitud de 704 m.s.n.m y como centro de gravedad del área delimitada como zona de estudio en las coordenadas UTM 9443996N, 708566E (Datum WGS 84 – Huso 17M)

El estudio se realizó entre los meses de Julio a Noviembre del 2016, en donde se evaluó la eficiencia técnica del sistema de abastecimiento de agua de este Distrito.



2.2. DETERMINACION DE LA EFICIENCIA HIDRAULICA

Para determinar la eficiencia del sistema de usaron algunos equipos y materiales descritos a continuación:

- Esclerómetro
- Wincha
- 03 botellas plásticas
- 03 botellas de vidrio
- 01 par de guantes.
- 01 balde plástico de 20 lt
- 01 libreta de apuntes
- Cámara fotográfica.
- GPS

Se procedió a evaluar el sistema de acuerdo a cada una de sus partes divididas en captación, conducción, almacenamiento, distribución y desinfección. Para lo cual se realizó la visita al sistema en campo para la recolección de datos necesarios para la evaluación y posteriores cálculos en gabinete,

Para desarrollar la evaluación del sistema fue necesaria la recolección de algunos datos como población y determinación de la tasa de crecimiento (r):

- **Población:** Para la obtención de la población se recolectaron datos actualizados de la municipalidad local teniendo como resultado un total de 1520 habitantes con un total de 251 conexiones domiciliarias.
- **Tasa de crecimiento:** Se obtuvo una tasa de crecimiento de $r = 0.154\%$

A. EVALUACION DE LAS PARTES DEL SISTEMA

El recorrido empezó desde la ciudad de Namballe hacia Chorro Blanco, lugar de la captación y desde donde se realizó la inspección, así como también cámaras rompe presión, válvulas de aire, válvulas de purga, filtro lento y reservorio.

La inspección duro aproximadamente 12 horas, partiendo desde las 6:00 a.m desde la ciudad de Namballe hacia la captación (Chorro Blanco), haciendo aproximadamente 75 minutos en camioneta hasta un determinado lugar llamado cruce Alto Perú, del cual se inició la caminata con una duración aproximada de 3 horas desde el cruce hasta el lugar de la captación, después de tomar las

muestras de agua y de verificar el estado en que se encuentra la captación en si (Estructuras hidráulicas) procedimos al retorno pero haciendo el recorrido por la red de aducción, después de la toma de muestras de agua y verificar el estado de las estructuras del filtro lento y reservorio procedimos a retornar hacia las viviendas pero siguiendo la red de distribución.

Basados a los parámetros establecidos en la Norma RM – 173 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y el Reglamento Nacional de Edificaciones se procedió a evaluar cada una de las partes distribuidas en sus 05 partes:

1. **Captación:** El sistema cuenta con una captación de agua superficial, cuyas medidas se determinaron con la visita en campo y se analizó su eficiencia, obteniéndose un volumen de cámara húmeda (Vch) de 0.90 m³.
2. **Conducción:** Se realizó el recorrido de la línea de conducción encontrando tubería de 3" en todo su recorrido desde la captación hasta el filtro lento, posee además cortos tramos de tubería expuesta. Se realizó el aforo al inicio de la conducción obteniendo un caudal de 5 l/s y en el aforo en el filtro lento se obtuvo 4 l/s.
3. **Almacenamiento:** Se tomaron las medidas del filtro lento y reservorio cuya capacidad de almacenamiento de 250 m³.
4. **Distribución:** La red de distribución fue evaluada según los parámetros para determinar la eficiencia y que están descritos en el marco teórico, los cálculos fueron realizados en gabinete.
5. **Desinfección:** De acuerdo a las visitas en campo el agua que se consume no posee ningún tipo de desinfección, para lo cual se tomaron las muestras de agua y se enviaron al laboratorio.

B. ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

Para realizar el ensayo se seleccionó y preparo una zona de concreto:

- a) Zona de ensayo de aproximadamente 15 x 15 cm.
- b) Superficie lisa y sin recubrir (utilizar piedra abrasiva).
- c) Los puntos de impacto separados 1" entre sí.

Durante una de las visitas al sistema se realizaron los ensayos de esclerometría tanto de la estructura de captación así como también del filtro lento y el reservorio respectivamente, arrojando como resultados Captación: 268.4 kg/cm²; Filtro Lento: 266.4 kg/cm² y en el Reservorio: 276.6 kg/cm².

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de haber realizado las visitas al sistema y análisis de la planta de tratamiento de agua se creyó por conveniente agrupar los resultados en dos grupos, a nivel estructural e hidráulico y a nivel de la operación y mantenimiento, las cuales se detallan a continuación:

Cuadro 3: RESUMEN DE RESULTADOS			
PARTE	EFICIENCIA TOTAL	REAL	NORMADO
CAPTACIÓN	63.90 %	Según caudal aforado:	
		Vch = 0.69 m ³	Vch = 0.90 m ³
		F'c = 268.4 kg/cm ²	F'c = 280 kg/cm ²
CONDUCCIÓN	80%	Caudal:	
		Inicio: 5 l/s	Inicio: 5 l/s
		Salida: 4 l/s	Inicio: 5 l/s
ALMACENAMIENTO	100%	V = 250 m ³	V = 40 m ³
DISTRIBUCIÓN	72.48%	Cud = 0.33	Cud = 0.50
		Dot = 284.21 l/hab./día	Dot = 100 - 150 l/hab./día
		hrservicio = 0.791	hrservicio = 1
DESINFECCIÓN	0%	No tiene	Cloro por goteo (Hipoclorito)
OPERACIÓN	Hay improvisación con el manejo de llaves y válvulas, lo cual no es correcto para un buen funcionamiento del sistema.		
MANTENIMIENTO	El mantenimiento que recibe el sistema en general es casi nulo.		

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Después de haber realizado el análisis y evaluación del sistema se concluye que:

- El sistema de agua de la ciudad de Namballe es 60% eficiente por lo cual no está satisfaciendo las necesidades de la población.
- Las partes del sistema no están funcionando al 100% en ninguna de cada una de sus partes, ya que la captación está al 63.90 %, la conducción está al 80 %, el almacenamiento está al 100 %, la distribución está al 72.48 % y la desinfección está al 0 %.
- El agua que se brinda posee un total de coliformes totales de 130, por lo cual se determina que el agua brinda el sistema es NO apta para consumo doméstico.
- Si existe incidencia del agua en el porcentaje de enfermedades según el registro de enfermedades gastrointestinales emitido por el Centro de Salud de Namballe, de manera que se está poniendo en riesgo la salud de la población.

5.2. RECOMENDACIONES

A continuación se detallan algunas recomendaciones para tener en cuenta para mejorar el tratamiento de agua para consumo humano en la ciudad de Namballe:

- Mejoras para el sistema:
 - Captación: Construir cerco perimétrico y cunetas de coronación.
 - Línea de conducción: Cubrir aproximadamente 250 m de tubería expuesta. Colocar puertas herméticas con seguro a las 15 cajas rompe presión.
 - Almacenamiento: Mejorar el cerco perimétrico existente. Colocar seguro a la tapa del reservorio.
 - Red de distribución: Instalar micromedidores en cada domicilio. Que el Área Técnica Municipal (ATM) brinde capacitación a la población con educación sanitaria de forma continua. Sectorizar el sistema de distribución.
 - Desinfección: Instalar equipo clorador (hipoclorito) por goteo en el reservorio con supervisión continua con la oficina de saneamiento de la municipalidad.

- Que el ATM sea fortalecido con personal capacitado y mayor número.

- .Replantear adecuadamente la tarifa de pago por el servicio.

CAPITULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agüero Pittman, Roger: “Agua potable para poblaciones rurales”, Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento”, Editorial SER, Lima 1997.
2. Teoría, Diseño y Control de los procesos de clarificación del agua. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
3. “Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable”, Comisión Nacional del Agua, México 2012.
4. Moira Milagros Lossio Aricoché , “Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para Cuatro Poblados Rurales del Distrito de Lancones”, Piura, Abril de 2012.
5. Javier Adolfo Destéfano Molero, “Diseño preliminar de una planta de tratamiento de agua para el consumo humano”, Apurímac 2008.
6. Ing. Roger Agüero Pittman, en su libro AGUA POTABLE PARA POBLACIONES RURALES Sistemas de Abastecimiento Por Gravedad Sin Tratamiento.
7. Cáceres López, Oscar (Ing.): “Desinfección del agua”, Ministerio de Salud OPS/OMS, Editorial CEPIS, Lima 1990.
8. Organización Mundial de la Salud (OMS): “Guías para la calidad del agua potable”, Segunda edición, Volumen 1, Editorial OMS, Ginebra 1995.
9. ING. Ronald Antonio Terrones Cubas, 2013, Evaluación del Servicio de Agua Potable del Sector Fila Alta Jaén – Cajamarca.
10. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, (2004), PARAMETROS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA CENTROS POBLADOS RURALES.
11. REGLAMENTO DE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, 2011.
12. NIDIA VICTORIA CASTILLO GONZALES, “Evaluación de la Planta Tratamiento de Agua Potable del Municipio Valle de San Juan (Tolima)”. Colombia – 2004.
13. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
14. “Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural”. Resolución Ministerial N° 173-2016-VIVIENDA.

CAPITULO VII. PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N° 01: Fotografía de la captación.



Foto N° 02: El lecho de la captación se encuentra saturada de material arrastrado por las aguas, tanto arena como piedras obstruyen el paso normal del agua.



Foto N° 03: Se aprecia filtración por las paredes de la estructura de la captación y que pone en riesgo las cajas de filtro.



Foto N° 04: Vegetación y tierra que con el tiempo se han acumulado hasta el borde de la cámara, debido a las lluvias.



Foto N° 05: Tubería expuesta a cualquier tipo de rotura ya que se encuentra paralela al camino de herradura.



Foto N° 06: En la toma de muestra en los filtros lentos.



Foto N°: 07: Se hizo la prueba de conductividad eléctrica del agua.



Foto N°: 08: Realizando el ensayo de Esclerometría.



Foto N° 09: Visita del asesor de tesis a la planta de tratamiento.



Foto N° 10: En la toma de muestra de uno de los domicilios.

CAPITULO VIII. ANEXOS

- DIMENSIONAMIENTO DE FILTRO LENTO.
- EVALUACIÓN DE LAS PARTES DEL SISTEMA.
- PARÁMETROS DE DISEÑO.
- ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA.
- CALCULO DE EFICIENCIA DE LAS PARTES DEL SISTEMA.
- INFORME MICROBIOLÓGICO.
- REPORTE DE ENFERMEDADES.

8.1. DIMENSIONAMIENTO DEL FILTRO LENTO

TESIS: "EFICIENCIA TECNICA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE NAMBALLE - SAN IGNACIO, 2016."

DISEÑO DE FILTRO LENTO					
	Datos		Unidad	Criterios	Cálculos
1	Caudal de diseño	Q	lt/seg		5
2	Número de unidades	N	adim		2
3	Velocidad de filtración	Vf	m/h	0.10 - 0.30 m/h	0.2
4	Espesor capa de arena extraída en c/d raspada	E	m	Asumido	0.2
5	Número de raspados por año	n	adim	Asumido	6
6	Area del medio filtrante de cada unidad	AS	m ²	$AS = Q / (N \cdot Vf)$	45
7	Coefficiente de mínimo costo	K	adim	$K = (2 \cdot N) / (N + 1)$	1.33
8	Largo de cada unidad	B	m	$B = (AS \cdot K)^{(1/2)}$ Usar B=	7.75 8
9	Ancho de cada unidad	A	m	$A = (AS/K)^{(1/2)}$ Usar A=	5.81 6
10	Volumen del depósito para almacenar arena durante 02 años	V	m ³	$V = 2 \cdot A \cdot B \cdot E \cdot n$	115.2
11	Vel.de Filtración Real	VR	m/h	$V = Q/(2 \cdot A \cdot B)$	0.188

Criterio de diseño para filtro lento			
	Parámetros	Unidad	Valores
1	Velocidad de filtración	m/h	0.10 - 0.30
2	Área máxima de cada unidad	m ²	10 - 200
3	Número mínimo de unidades		2
4	Borde Libre	m	0.20 - 0.30
5	Capa de agua	m	1.0 - 1.5
6	Altura del lecho filtrante	m	0.80 - 1.00
7	Granulometría del lecho	mm	0.15 - 0.35
8	Altura de capa soporte	m	0.10 - 0.30
9	Granulometría grava	mm	1.5 - 40
10	Altura de drenaje	m	0.10 - 0.25

8.2. EVALUACION DE LAS PARTES DEL SISTEMA

3.6.1.1. CAPTACION:

VOLUMEN CALCULADO		
Tiempo de retención (3-5 min) =	3 min.	180 seg.
Caudal aforado	$Q =$	5 L/s
Vol. ch =	900 L	.90 m3
Vol. ch = Volumen de cámara húmeda		
70%		

VOLUMEN REAL	
L =	1.10
A =	0.90
A =	0.70
Vol. ch =	0.693 m3
53.90%	

3.6.1.2. CONDUCCIÓN

CALCULADO	
CRP =	15
COTA CAPTACION =	2160 m.s.n.m
COTA FILTRO LENTO =	783 m.s.n.m
CAUDAL DE INICIO =	5 l/s
DIFERENCIA =	1377 m.s.n.m
ALTURA DE CAJAS =	91.8 m

REAL	
TUBERIA USADA =	CLASE 10
CAUDAL DE LLEGADA =	4 l/s

3.6.1.3. ALMACENAMIENTO

CALCULADO	
Volumen de reservorio =	25% Qm
$Qm = Pf \cdot Dot.$	$Pf =$ 1580 hab.
$Qm =$ 158000 L	$Dot. =$ 100 l/hab./día
	$Pf =$ Población futura
	$Dot. =$ Dotación
	$Qm =$ Consumo promedio diario anual
Vol. Res. =	39500 L = 39.50 m3 --> 40.00 m3

REAL	
EL RERVORIO POSEE UNA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE 250 m3	

3.6.1.4. DISTRIBUCIÓN:

CALCULADO	
Cud = 0.33	
Cud = Consumo unitario doméstico (l/hab/día)	
Dot = 284.21 l/hab./día	
Dot = Dotación (l/hab/día)	
hrservicio = 0.791	
hrservicio = Horas promedio de continuidad del servicio de agua de un sistema de agua potable.	

NORMA RM - 173	
Cud = 0.50	
Cud = Consumo unitario doméstico (l/hab/día)	
Dot = 100 l/hab./día	
Dot = Dotación (l/hab/día)	
hrservicio = 1.00	
hrservicio = Horas promedio de continuidad del servicio de agua de un sistema de agua potable.	

3.6.1.5. DESINFECCIÓN: No uenta con ningun tipo de desinfección.

8.3. PARÁMETROS DE EVALUACION

2.2.2.1. CONSUMO UNITARIO DE LOS USUARIOS

$$Cu_d = \frac{C_d}{n_p}$$

$$Cu_d = 0.33$$

Cud = Consumo unitario doméstico (l/hab/día)

Cd = Consumo total doméstico diario (l/día)

np = Número de habitantes servidos de la localidad

2.2.2.2. DOTACIÓN

$$Dot = \frac{Vol_{sc}}{n_p}$$

$$Dot = 284.21 \text{ l/hab./día} \quad np = \text{Número de habitantes servidos de la localidad}$$

Volsc = Volumen suministrado al sistema en un día (m3)

Dot = Dotación (l/hab/día)

2.2.2.3. CONTINUIDAD DEL SERVICIO DE AGUA

$$hr_{servicio} = \frac{\sum_{i=1}^{nz} \%x_i hr_{servicio}^i}{24}$$

$$hr_{servicio} = 0.791$$

hrservicio = Horas promedio de continuidad del servicio de agua de un sistema de agua potable.

%x_i = Porcentaje de cobertura de red o tomas domiciliarias de una zona de servicio de la red.

hrservicio = Horas de continuidad del servicio de agua potable de una zona de servicio de la red

i = Zona de servicio

nz = Número total de zonas de servicio de agua potable en una red.

8.4. PARÁMETROS DE DISEÑO

2.2.1.1. POBLACION DE DISEÑO		
$Pf = P_o(1+r)^t$	Pf= Población en el año 2016	
$r = (Pf/P_o)^{(1/t)} - 1$	Po= Población en el año 2010	
	r= Tasa de crecimiento	
	t= 20 = Numero de años	
Po = 2010	1474 hab.	Según información de la Municipalidad Local
Pf = 2016	1520 hab.	
r = 0.00154		
r% = 0.154%		
TASA DE CRECIMIENTO=	0.154%	

2.2.1.2. CAUDAL MEDIO DIARIO (Qm)	
$Q_m = (P_d * DMF) / 86400$	Qm= Caudal medio diario (l/s) Pd= Población de diseño (hab.)
Qm= 1.88 l/s	DMF= 100 = Dotación promedio (l/hab./día)

2.2.1.3. CAUDAL MAXIMO DIARIO (Qmd)	
$Q_{md} = K_{dm} * Q_m$	Qmd = Caudal Máximo diario (l/s) Kmd = 1.3 = Factor de mayoración máximo diario.
Qmd = 2.44 l/s	Qm = Caudal medio diario (l/s)

2.2.1.4. CAUDAL MAXIMO HORARIO (Qmh)	
$Q_{mh} = K_{mh} * Q_m$	Qmh = Caudal máximo horario (l/s) Kmh = 2 = Factor máximo horario.
Qmh = 3.75 l/s	Qm = Caudal medio diario (l/s)

CAUDALES
Qm=1.88 l/s Qm= Caudal Medio Diario
Qmd= 2.44 l/s Qmd= Caudal Máximo Diario
Qmh= 3.75 l/s Qmh= Caudal Máximo Horario

8.5. ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA

Cuadro 1: Ensayo de esclerometría en captación

Cuadro 1: Ensayo de esclerometría en captación								
ÁNGULO DE APLICACIÓN:			0°	MARCA	PyS equipos			
				MODELO	S/N 114			
ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	F'c Según ángulo (Kg/cm2)	F'c PROMEDIO (Kg/cm2)	ÁREA DE ENSAYO	VALOR QUE DIFIERE DE LA MEDIANA	ACEPTACIÓN DEL ENSAYO
MURO LATERAL EN ESTRUCTURA DE LA CAPTACIÓN	1	1	37	310	268.4	SUPERFICIE DE 15x15 cm	-41.6	ACEPTADO
	2	1	35	280			-11.6	
	3	1	32	238			30.4	
	4	1	33	250			18.4	
	5	1	32	238			30.4	
	6	1	34	260			8.4	
	7	1	38	320			-51.6	
	8	1	34	260			8.4	
	9	1	32	238			30.4	
	10	1	36	290			-21.6	

Cuadro 2: Ensayo de esclerometría en filtro lento

Cuadro 2: Ensayo de esclerometría en filtro lento								
ÁNGULO DE APLICACIÓN:			0°	MARCA	PyS equipos			
				MODELO	S/N 114			
ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	F'c Según ángulo (Kg/cm2)	F'c PROMEDIO (Kg/cm2)	ÁREA DE ENSAYO	VALOR QUE DIFIERE DE LA MEDIANA	ACEPTACIÓN DEL ENSAYO
MURO LATERAL EN FILTRO LENTO	1	1	39	340	266.4	SUPERFICIE DE 15x15 cm	-71.6	ACEPTADO
	2	1	37	310			-41.6	
	3	1	30	210			58.4	
	4	1	33	250			18.4	
	5	1	32	238			30.4	
	6	1	32	238			30.4	
	7	1	38	320			-51.6	
	8	1	34	260			8.4	
	9	1	32	238			30.4	
	10	1	34	260			8.4	

Cuadro 3: Ensayo de esclerometría en reservorio								
ÁNGULO DE APLICACIÓN:			0°	MARCA	PyS equipos			
				MODELO	S/N 114			
ELEMENTO	N° DE TOMA	N° DE DISPAROS	ÍNDICE DE REBOTE	F'c Según ángulo (Kg/cm2)	F'c PROMEDIO (Kg/cm2)	ÁREA DE ENSAYO	VALOR QUE DIFIERE DE LA MEDIANA	ACEPTACIÓN DEL ENSAYO
PARED DEL RESERVORIO	1	1	36	290	276.6	SUPERFICIE DE 15x15 cm	-21.6	ACEPTADO
	2	1	39	340			-71.6	
	3	1	38	320			-51.6	
	4	1	34	260			8.4	
	5	1	32	238			30.4	
	6	1	34	260			8.4	
	7	1	33	250			18.4	
	8	1	34	260			8.4	
	9	1	37	310			-41.6	
	10	1	32	238			30.4	

8.6. EFICIENCIA DE LAS PARTES DEL SISTEMA

RESUMEN DE EFICIENCIA	
CAPTACION	63.90%
CONDUCCION	80.00%
ALMACENAMIENTO	100.00%
DISTRIBUCION	72.48%
DESINFECCION	0.00%

a. Evaluación por partes

EFICIENCIA CAPTACION	
VOLUMEN	53.90%
ESTRUCTURAS	10.00%
TOTAL	63.90%

EFICIENCIA CONDUCCIÓN	
CAUDAL DE ENTRADA (5 l/s) Y CAUDAL DE SALIDA (4 l/s)	80.00%

EFICIENCIA ALMACENAMIENTO	
VOLUMEN	70.00%
ESTRUCTURAS	30.00%
TOTAL	100.00%

EFICIENCIA DISTRIBUCIÓN	
CONSUMO UNIT.	16.50%
DOTACIÓN	26.23%
HORAS DE SERV.	19.75%
PRESIÓN DOMIC.	10.00%
TOTAL	72.48%

EFICIENCIA DESINFECCIÓN	
DESINFECCIÓN	0.00%

8.7. INFORME MICROBIOLÓGICO DEL AGUA.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
COORDINACIÓN DE SALUD AMBIENTAL



"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL UNIDAD EJECUTORA SALUD SAN IGNACIO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 0069 – 2016

Solicitante: CARLOS LENIN PINEDO GUEVARA
Dirección: -----

<u>DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)</u>	<u>CONTROL DE LABORATORIO</u>
Procedencia de la muestra: MANANTIAL	Fecha/hora de recepción: 12/12/16 – 17:35 h.
Fecha/hora de muestreo: 12/12/2016 – 16:30 h.	Fecha de inicio del ensayo: 13/12/16 – 08:00 h.
Muestreado por: CARLOS PINEDO GUEVARA	Comprobante de pago: 000032
Localidad: CHORRO BLANCO	
Distrito: NAMBALLE	<u>DATOS DE LA MUESTRA</u>
Provincia: SAN IGNACIO	Código de Laboratorio: 071
Departamento: Cajamarca	Código dado por el Solicitante:-----

Código Lab	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (UFC/100 ml)
071	-----	Domicilio Namballe	<250	150

Nota: < 1: significa ausencia
Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Método de ensayo: Método Estándar 9222.B,D Filtración de Membrana. Cap. 9. Método 9222 B,D. APHA, AWW, WEF. 21 th ed. 2005

San Ignacio, 22 de Diciembre de 2016

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
RED DE SALUD SAN IGNACIO
Samuel Oscar Barba Hurtado
Bigo. Samuel Oscar Barba Hurtado
COORD. SALUD AMBIENTAL SFRUM



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
COORDINACIÓN DE SALUD AMBIENTAL



"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

**LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
UNIDAD EJECUTORA SALUD SAN IGNACIO
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 0069 – 2016**

Solicitante: CARLOS LENIN PINEDO GUEVARA
Dirección: -----

<u>DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)</u>	<u>CONTROL DE LABORATORIO</u>
Procedencia de la muestra: MANANTIAL	Fecha/hora de recepción: 12/12/16 – 19:35 h.
Fecha/hora de muestreo: 12/12/2016 – 16:00 h.	Fecha de inicio del ensayo: 13/12/16 – 07:45 h.
Muestreado por: CARLOS PINEDO GUEVARA	Comprobante de pago: 000032
Localidad: CHORRO BLANCO	
Distrito: NAMBALLE	<u>DATOS DE LA MUESTRA</u>
Provincia: SAN IGNACIO	Código de Laboratorio: 070
Departamento: Cajamarca	Código dado por el Solicitante:-----

Código Lab	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (UFC/100 ml)
070	-----	Reservorio Manantial chorro Blanco	150	1

Nota: < 1: significa ausencia
Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Método de ensayo: Método Estándar 9222.B,D Filtración de Membrana. Cap. 9. Método 9222 B,D. APHA, AWW, WEF. 21 th ed. 2005

San Ignacio, 22 de Diciembre de 2016

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
RED DE SALUD SAN IGNACIO

Bigo. Samuel Oscar Barba Hurtado
COORD. SALUD AMBIENTAL SFRUM



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
COORDINACIÓN DE SALUD AMBIENTAL



"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

**LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
UNIDAD EJECUTORA SALUD SAN IGNACIO
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 0069 – 2016**

Solicitante: CARLOS LENIN PINEDO GUEVARA
Dirección: -----

<u>DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)</u>	<u>CONTROL DE LABORATORIO</u>
Procedencia de la muestra: MANANTIAL	Fecha/hora de recepción: 12/12/16 – 19:35 h.
Fecha/hora de muestreo: 12/12/2016 – 11:00 h.	Fecha de inicio del ensayo: 13/12/16 – 07:30 h.
Muestreado por: CARLOS PINEDO GUEVARA	Comprobante de pago: 000032
Localidad: CHORRO BLANCO	
Distrito: NAMBALLE	<u>DATOS DE LA MUESTRA</u>
Provincia: SAN IGNACIO	Código de Laboratorio: 069
Departamento: Cajamarca	Código dado por el Solicitante:-----

Código Lab	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (UFC/100 ml)
069	-----	Captación Manantial chorro Blanco	130	0

Nota: < 1: significa ausencia
Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Método de ensayo: Método Estándar 9222.B,D
Filtración de Membrana. Cap. 9. Método 9222 B,D. APHA, AWW, WEF. 21 th ed. 2005

San Ignacio, 22 de Diciembre de 2016

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
RED DE SALUD SAN IGNACIO
Bigo. Samuel Oscar Barba Hurtado
COORD. SALUD AMBIENTAL SFRUM

8.8. REPORTE DE ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES, CENTRO DE SALUD NAMBALLE.

DIAGNOSTICO Y SITUACION ACTUAL DEL CENTRO DE SALUD DE NAMBALLE

El Centro de Salud de Namballe, Ubicado al Norte de la Provincia de San Ignacio cuenta con servicios básicos en salud y tiene como prioridad: Identificar las principales necesidades de la población; Educar y concientizar sobre las medidas básicas de higiene y alimentación con el objetivo final de contribuir a mejorar la Atención en los Servicios de Salud con acciones efectivas e Integrales, Haciendo mejor uso del establecimiento y su entorno; sin embargo existen todavía algunas deficiencias que contribuyen a que se produzcan enfermedades que podrían ser controladas mejorando la situación de Infraestructura y servicios básicos.

PRINCIPALES CAUSA DE MORBILIDAD

MORBILIDAD	%
PARASITOSIS	30
INFECCION RESPIRATORIA AGUDA	20
GASTRITIS AGUDA	10
INFECCION DEL TRACTO URINARIO	10
INFECCION DIARREICA AGUDA	10
OTROS	20

