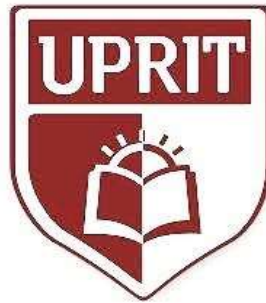


**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**SISTEMA SOSTENIBLE DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
BASICO EN EL CENTRO POBLADO VILLA AYCHUYO,  
DIST. YUNGUYO, PROV. YUNGUYO Y DEPTO. PUNO**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA  
OPTAR EL GRADO DE BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL

AUTOR:  
VILLALTA CHARAJA, RAUL MARCELINO

TRUJILLO – PERÚ

2020



HOJA DE FIRMAS

---

PRESIDENTE

---

SECRETARIO



**INDICE**

|  |    |
|--|----|
| Caratula   |    |
| Hoja de firmas .....   | 1  |
| Índice de contenido: .....   | 2  |
| Resumen / Palabras claves: .....                                     | 3  |
| Abstrac / Key words: .....   | 4  |
| Introducción: .....  | 5  |
| Delimitación del problema: .....                                     | 5  |
| Justificación del tema: .....  | 6  |
| Objetivo: .....  | 7  |
| Procedimientos metodológicos seguidos: .....                         | 8  |
| Conclusión: .....  | 33 |
| Referencias bibliográficas: .....                                    | 34 |
| Anexo 1: Matriz de Datos .....                                       | 35 |
| Anexo 2: especificaciones técnicas de operación y mantenimiento..... | 36 |

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “Sistema Sostenible de Agua Potable y saneamiento básico en el Centro Poblado Villa Aychuyo – Yunguyo – Yunguyo –

Puno”, se ha desarrollado para contribuir a mejorar la calidad de vida en lo referente a la higiene y salubridad de los pobladores, por lo que los objetivos de la investigación son, dimensionar los diferentes componentes del sistema de agua potable y saneamiento básico en el Centro Poblado Villa Aychuyo – Yunguyo – Yunguyo – Puno, y describir los elementos de sostenibilidad para el sistema de agua potable y saneamiento básico, desarrollados en forma coherente con una metodología basada en el trabajo de campo y trabajo de gabinete, las recomendaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones con sus normas OS 010, OS 050, IS 010 y el IS 020, y la Guía de Opciones Técnicas Para Abastecimiento de Agua y Saneamiento para Poblaciones Concentradas del Ambito Rural del Ministerio de Vivienda, Saneamiento y Construcción, en ese sentido se ha diseñado los componentes del sistema de agua potable, componentes del saneamiento básico y descritos los elementos de sostenibilidad del proyecto en mención, todo ello en base a entrevistas, a los comuneros, autoridades y verificación in situ y el procesamiento de datos en gabinete. Todo el proceso indicado, conlleva a obtener resultados satisfactorios de la investigación, así en lo referente al dimensionamiento de captaciones tipo ladera, línea de conducción metros lineales, cámaras rompe presión tipo 06-07, reservorio m<sup>3</sup>, caseta de válvulas, red de distribución más aducción metros lineales de tubería PVC SAP y piletas públicas, correspondiente al sistema de agua potable, a su vez se obtuvo el dimensionamiento de los componentes del saneamiento básico como son, el biodigestor de litros, caja de registro de lodos metros, un terreno de infiltración metros lineales y por último se desarrolló los elementos de sostenibilidad como es la; JASS institucionalizado, la cuota familiar, el área técnica Municipal (ATM), y el manual de operación y mantenimiento.

**Palabra clave:** Investigación, agua potable, saneamiento básico, elementos de sostenibilidad, dimensionamiento.



### ABSTRACT

The present research work called "Sustainable System of Drinking Water and basic sanitation in Villa Aychuyo Village Center - Yunguyo - Yunguyo - Puno", has been developed to contribute to improve the quality of life in terms of hygiene and sanitation of inhabitants, so the objectives of the research are to size the different components of the potable water and basic sanitation system in the Villa Aychuyo Village Center - Yunguyo - Yunguyo - Puno, and describe the elements of sustainability for the drinking water system and basic sanitation, developed in a manner consistent with a methodology based on fieldwork, cabinet work, the recommendations of the National Building Regulations with its standards OS 010, OS 050, IS 010 and IS 020, and the Technical Options Guide For Water Abuse and Sanitation for Concentrated Populations of the Rural Environment of the Ministry of Housing, Sanitation and Construction In this sense, the components of the drinking water system, components of basic sanitation have been designed and the sustainability elements of the aforementioned project described, all based on interviews, community members, authorities and on-site verification, and the data processing in the cabinet. All the indicated process, leading to obtain satisfactory results of the research, as well as in the dimensioning of hillside type catchments, linear meters conduction line, pressure breaker type 06-07, reservoir m<sup>3</sup>, valve stand, distribution network more adduction linear meters of SAP PVC pipe and public pools, corresponding to the drinking water system, in turn was obtained the dimensioning of the components of basic sanitation such as, the biodigester of liters, log box of sludge meters, an infiltration ground linear meters and finally developed the sustainability elements such as; Institutionalized JASS, the family fee, the municipal technical area (ATM), and the operation and maintenance manual.

**Keyword:** research, drinking water, basic sanitation, sustainability elements, sizing

### 1.4.1 INTRODUCCIÓN

Para algunos, la crisis del agua supone caminar a diario largas distancias para obtener agua potable suficiente, limpia o no, únicamente para salir adelante. Para otros, implica sufrir una desnutrición evitable o padecer enfermedades causadas por las sequías, las inundaciones o por un sistema de saneamiento inadecuado. También hay quienes la viven como una falta de fondos, instituciones o conocimientos para resolver los problemas locales del uso y distribución del agua. Muchos países todavía no están en condiciones de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con el agua, con lo que su seguridad, desarrollo y sostenibilidad medioambiental se ven amenazados. Además, millones de personas mueren cada año a causa de enfermedades transmitidas por el agua que es posible tratar. Mientras que aumentan la contaminación del agua y la destrucción de los ecosistemas, somos testigos de las consecuencias que tienen sobre la población mundial el cambio climático, los desastres naturales, la pobreza, las guerras, la globalización, el crecimiento de la población, la urbanización y las enfermedades, incidiendo todos ellos.

El objetivo de la propuesta es apoyar la protección de los recursos hídricos de la sobreexplotación y la contaminación, y a la vez satisfacer las necesidades de agua potable y de saneamiento básico. Además, pretende proteger a las comunidades de los desastres relacionados con el agua, y apoya la realización del derecho humano al agua segura y al saneamiento, así como de otros derechos, incluyendo el derecho a la vida, a un nivel adecuado de vida, a la salud y de la niñez. La propuesta es un elemento clave para el desarrollo sostenible, apuntalando todos los demás esfuerzos para erradicar la pobreza y mejorar la calidad de vida de los pobladores de la comunidad del Centro Poblado Villa Aychuyo. Esta propone un sistema de agua potable sostenible y saneamiento básico, involucrando a familias registrados en el padrón de la comunidad y con una densidad poblacional de habitantes.

#### 1.1. Delimitación del problema.

En la actualidad la comunidad de Centro Poblado Villa Aychuyo no cuenta con el servicio de agua potable y saneamiento básico, por tal motivo no existe las condiciones de salubridad y de la calidad de vida de sus habitantes. Estas condiciones determinan un alto porcentaje de migración, principalmente de la

población más joven hacia otros lugares, de tal forma frustrando el desarrollo de la comunidad.

En la región Puno, a la fecha existen 05 Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento EMSAPUNO S.A., SEDAJULIACA S.A., EMAPAY SRL, EPS

NORPUNO S.A. y EPSAGUAS DEL ALTIPLANO SRL, para una población de 1'389,684 habitantes (2013) distribuidas en 13 provincias, siendo su cobertura según el IPE al 2012 de agua potable 63.2%y desagües 41.0%. Además, existen JASS en centros poblados para administrar solamente provisión de agua segura, la mayoría no cuentan con sistema de tratamiento básico, unas con sistema de filtración solamente, otras con agua entubada, todas sin desinfección (Flores, 2014).

En el Perú de acuerdo al último Censo de Población y Vivienda del 2007 el 54% de los hogares tienen acceso a servicios de agua dentro de la vivienda, el 29.3% se abastece de cisterna, pozos y el 16% consume de ríos, manantes y acequias. Por otro lado, el 48% del total de peruanos cuentan con servicios higiénicos, el 21.8% con letrinas sanitarias y el 17.4% no cuentan con ningún tipo de servicios sanitarios. A esto se suma los problemas de desnutrición crónica infantil del 25%, atribuido en parte a la falta de acceso a servicios básicos de saneamiento y a las inadecuadas prácticas de higiene de la población (INEI, 2010).

Las Naciones Unidas estiman que 2,500 millones de personas carecen de acceso a saneamiento mejorado y alrededor de 1,000 millones practican la defecación al aire libre. Cada año más de 800,000 niños menores de 5 años mueren innecesariamente a causa de la diarrea - más de un niño cada minuto. Innumerables niños caen gravemente enfermos y en muchas ocasiones les quedan secuelas a largo plazo que afectan a su salud y su desarrollo. Un saneamiento y una higiene deficientes son la principal causa de ello (Flores, 2014).

Por lo mismo surge una pregunta ¿Cuáles son las bases teóricas para un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en el Centro Poblado Villa Aychuyo – Yunguyo – Yunguyo – puno?

## 1.2. Justificación del Tema.

Frente a la carencia de servicios de saneamiento básico de la población, constituye una necesidad básica prioritaria la construcción de sistemas de agua potable y saneamiento para solucionar los problemas de salud como la alta incidencia de

enfermedades gastrointestinales, diarreicas y dérmicas, mejorar calidad de vida y el desarrollo de la comunidad de Miraflores, que consumen agua de riachuelos y fuentes expuestos a la contaminación (pozos).

Según afirmación obtenida de los pobladores en el Centro Poblado Villa Aychuyo, son las enfermedades de origen hídrico el problema que más los aqueja, el cual es causado por con consumo de agua de mala calidad, aunado por el deficiente abastecimiento y continuidad de agua, por otro lado, la incidencia de enfermedades de origen hídrico, fue corroborado en la entrevista hechas a los especialistas técnicos del centro de salud de Yunguyo perteneciente a la provincia de Yunguyo, donde se atienden a los lugareños, quienes dijeron que el principal motivo de las vistas al puesto de salud por los población rural de Centro Poblado Villa Aychuyo en los últimos años, es a consecuencia de las enfermedades parasitarias y gastrointestinales, el cual fue ratificado con las estadísticas reportadas y la constancia emitida por este centro de salud.

La intervención del presente proyecto de investigación pretende disminuir principalmente la incidencia de enfermedades diarreicas de origen hídrico, al mismo tiempo la contaminación ambiental, solucionar el problema de abastecimiento y continuidad de agua potable, y el deficiente servicio de saneamiento.

### 1.3. Objetivo

Establecer un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en el Centro Poblado Villa Aychuyo – Yunguyo – Yunguyo – puno.

Para tal fin, se deben considerar lo siguiente:

- Dimensionar los diferentes componentes del sistema de agua potable en el Centro Poblado Villa Aychuyo – Yunguyo – Yunguyo – puno.
- Dimensionar los diferentes componentes de la unidad de saneamiento básico en el Centro Poblado Villa Aychuyo – Yunguyo – Yunguyo – puno.
- Describir los elementos de sostenibilidad para el sistema de agua potable y saneamiento básico en el Centro Poblado Villa Aychuyo – Yunguyo – Yunguyo – puno.



#### 1.4. Procedimientos metodológicos seguidos.

##### 1.4.1. Agua Potable

###### 1.4.1.1. Agua Potable:

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2017), el potable es el Agua apta para consumo humano, de acuerdo con los requisitos establecidos en la normativa vigente.

Según INEI, (2010), Se denomina así, al agua que ha sido tratada según unas normas de calidad promulgadas por las autoridades nacionales e internacionales y que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedad. El agua potable de uso doméstico es aquella que proviene de un suministro público, de un pozo o de una fuente ubicada en los reservorios domésticos.

Según R.N.E. (2014), es el agua apta para el consumo humano.

Según Pittman, (1997), el agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema.

Según Rodríguez, (2001) El agua potable es el agua de superficie tratada y el agua no tratada, pero sin contaminación que proviene de manantiales naturales, pozos y otras fuentes.

###### 1.4.1.2. Calidad de Agua:

La calidad del agua debe ser evaluada antes de la construcción del sistema de abastecimiento. El agua en la naturaleza contiene impurezas, que pueden ser de naturaleza físico-química o bacteriológica y varían de acuerdo al tipo de fuente. Cuando las impurezas presentes sobrepasan los límites recomendados, el agua deberá ser tratada antes de su consumo. Además de no contener elementos nocivos a la salud, el agua no debe presentar las características que puedan rechazar el consumo (Lampoglia, Pitman, y Barrios, 2008).

Según R.N.E., (2011), las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua que lo hacen aptos para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.

Según Rodríguez, (2001), el estudio de la calidad del agua se funda en la investigación de las características físico-químicas de la fuente ya sea subterránea, superficial o de precipitación pluvial.

### 1.4.1.3. Fuentes de abastecimientos de agua

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2013), es el lugar de producción natural de agua que puede ser de origen superficial, subterráneo o pluvial

Según Francois, (2005), según las circunstancias, el ingeniero puede recurrir a la utilización de las siguientes fuentes de abastecimiento de agua:

- Aguas superficiales
- Aguas subterráneas
- Aguas de lluvia
- Aguas de mar o aguas salobres

En la mayoría de los casos, se utilizan las aguas superficiales y las aguas subterráneas; sin embargo, en la ausencia de estas fuentes puede recurrirse a la explotación de agua de lluvia o al agua de mar.

Según Pittman, (1997), se refiere al agua que cae sobre la superficie del terreno, una parte escurre inmediatamente, reuniéndose en corrientes de agua, tales como torrentes eventuales, o constituyendo avenidas, parte se evapora en el suelo o en las superficies del agua y parte se filtra en el terreno. De esta última, una parte la recoge la vegetación y transpira por las hojas, otra correrá a través del suelo para emerger otra vez y formar manantiales y corrientes que fluyen en tiempo seco.

Existen diferentes Fuentes de abastecimientos tales como son:

- Agua de lluvia colectada de los techos o en un área preparada
- Aguas superficiales
- Aguas de ríos
- Aguas de los lagos naturales
- Aguas subterráneas
- Captadas de manantiales
- Captadas de pozos de poca profundidad
- Captadas de pozos profundos y artesianos
- Captadas de galerías filtrantes horizontales.

Según Ravelo, (1977), el sistema de abastecimiento constituye la parte más importante del acueducto y no debe ni puede concebirse un buen proyecto si previamente no hemos definido y garantizado fuentes capaces para abastecer a la población futura del diseño.

#### 1.4.1.4. Estudios de las fuentes de abastecimiento

Según Ravelo, (1977) La fuente de agua determina, comúnmente, la naturaleza de las obras de colección, purificación, conducción y distribución. Las fuentes comunes de agua dulce y su desarrollo son: **Agua de lluvia**

De los techados, almacenada en cisternas, para abastecimientos individuales reducidos.

De cuencas mayores preparadas, o colectores, almacenada en depósitos, para suministros comunales grandes.

#### **Agua superficial**

De corrientes, estanques naturales, y lagos de tamaño suficiente, mediante toma continua.

De corrientes con flujo adecuado de crecientes, mediante toma intermitente, temporal o selectiva de las aguas de avenida limpias y su almacenamiento en depósitos adyacentes a las corrientes o fácilmente accesibles a ellas.

De corrientes con flujos bajos en tiempo de sequía, pero con suficiente descarga anual, mediante toma continua del almacenamiento de los flujos excedentes al consumo diario, hecho en uno o más depósitos formados mediante presas construidas a lo largo de los valles de la corriente.

#### **Agua Subterránea**

De manantiales naturales

De pozos

De galerías filtrantes, estanques o embalses.

De pozos, galerías y posiblemente manantiales, con caudales aumentados con aguas provenientes de otras fuentes:

Esparcidas sobre la superficie del terreno colector.

Conducidas a depósitos o diques de carga.

Alimentadas a galerías o pozos de difusión.

De pozos o galerías cuyo flujo se mantiene constante al retornar al suelo las aguas previamente extraídas de la misma fuente y que han sido usadas para enfriamiento o propósitos similares.

#### 1.4.1.5. Aforos.

Según Castro y Pérez, (2009), el aforo es una operación que consiste en medir el caudal, o sea el volumen de agua que pasa por una sección de un curso de agua en un tiempo determinado.

- Método volumétrico.
- Método de velocidad – área
- Método de vertedero

Según Pittman, (1997), se llama así a las diferentes informaciones que se obtienen sobre el caudal de una determinada fuente de abastecimiento, estas son generalmente el promedio de varias mediadas; el tipo de aforo está en función al tipo de fuente así tenemos. **Aforos de manantiales**

El método consiste en:

Llenar de agua un recipiente cuyo volumen es conocido (V) litros

Tomar el tiempo que tarda en llenarse de agua el recipiente (t) el caudal se obtendrá de la siguiente forma:

$$Q = V/t$$

Donde:

Q: caudal calculado

V: velocidad

T: tiempo

Aforo en ríos

Para el aforo en ríos existe dos métodos, el del flotador y el los vertederos.

### Método del flotador

La manera de aforar por este método es el siguiente:

Se calcula la velocidad colocando un flotador al inicio de una distancia conocida aguas arriba, tomando el tiempo que tarda en recorrer dicha distancia. Luego se utiliza la fórmula:

$$Q = \bar{v} \cdot A$$

Donde:

Q: caudal determinado

V: velocidad

A: área calculada

### Método del vertedero

El vertedero es un dispositivo hidráulico que consiste en una abertura, sobre las cuales un líquido fluye.

También estos son definidos como orificios sin el borde superior y son utilizados, intensiva y satisfactoriamente, en la medición del caudal de pequeños cursos de agua y conductos libres.

#### 1.4.1.6. Período de diseño

Según la CNA, Se entiende por período de diseño, el intervalo de tiempo durante el cual la obra llega a su nivel de saturación, este período debe ser menor que la vida útil.

Los períodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos, los cuales están en función del costo del dinero, esto es, a mayor tasas de interés menor período de diseño; sin embargo no se pueden desatender los aspectos financieros, por lo que en la selección del período de diseño se deben considerar ambos aspectos.

#### 1.4.1.7. Vida útil del proyecto

Según la CNA, La vida útil es el tiempo que se espera que la obra sirva a los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente.

#### 1.4.1.8. Población futura

Según Vierendel, (2005), la determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse el acueducto es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para una comunidad. Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipo de bombeo, planta de potabilización y futura extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño.

Existen varias metodologías para la proyección de población, sin embargo, se hará una presentación de los métodos cuya aplicación es más generalizada

- Método Aritmético o Crecimiento Lineal.
- Método Geométrico o Crecimiento Geométrico. □  
Método de Saturación

#### 1.4.1.9. Dotación de agua

Según Pittman, (1997), para poder determinar la dotación de agua de una determinada localidad, se estudia los factores importantes y principales que influyen en el consumo de agua.

##### a) caudal medio diario

Según la Empresa Consultora Aguilar y Asociados S.R.L., (2004), el consumo medio diario de una población, obtenido en un año de registros. Se determina con base en la población del proyecto y dotación, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q_{md} = \frac{P_f * D_f}{86\ 400}$$

Dónde:  $Q_{md}$  = Caudal medio diario en l/s.

$P_f$  = Población futura en hab.

$D_f$  = Dotación futura en l/hab-d.

### b) Consumo Máximo Diario ( $Q_{md}$ ).

Según Pittman, (1997), el consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año.

$$\text{Consumo máximo diario } (Q_{md}) = 1.3 Q_m \text{ (l/s).}$$

### c) Consumo Máximo Horario ( $Q_{mh}$ ).

Según Pittman, (1997), el máximo consumo que será requerido en una determinada hora del día.

$$\text{Consumo máximo horario } (Q_{mh}) = 1.5 Q_m \text{ (l/s).}$$

## 1.4.1.10. División básica de la topografía

### Planimetría

Según Mendoza, (2010), se encarga de representar gráficamente una posición de tierra, sin tener en cuenta los desniveles o diferentes alturas que pueda tener el mencionado terreno.

Según Pantigoso, (2007), la planimetría solo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (visto en planta) que se supone que es la superficie media de la tierra.

### Altimetría

Según Mendoza, (2010), se encarga de representar gráficamente las diferentes altitudes de los puntos de la superficie terrestre respecto a una superficie de referencia.



Según Pantigoso, (2007), la altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, los cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

### **Topografía integral**

Según Mendoza, (2010), se encarga de representar gráficamente los diferentes puntos sobre la superficie terrestre, teniendo presente su posición planimétrica y su altitud.

### **Curva de nivel**

Según Mendoza, (2010), es una línea imaginaria que une los puntos que tienen igual cota respecto a un plano de referencia (generalmente el nivel medio del mar).

Según Pantigoso, (2007), se denomina curvas de nivel a las líneas que marcadas sobre el terreno desarrollan una trayectoria que es horizontal.

### **Perfil longitudinal**

Según Mendoza, (2010), se utiliza para representar el relieve o accidente del terreno a lo largo de un eje longitudinal.

### **Sección transversal**

Según Mendoza, (2010), se llama también perfil transversal y viene a ser el corte perpendicular al eje del perfil longitudinal en cada estaca (por lo menos); generalmente se toman varios puntos a la derecha y a la izquierda dependiendo de la envergadura del proyecto.

#### **1.4.1.11. Levantamiento topográfico**

Según Pantigoso, (2007), es el conjunto de operaciones que se necesita realizar para poder confeccionar una correcta representación gráfica planimétrica, o plano, de una extensión cualquiera de terreno, sin dejar de considerar las diferencias de cotas o desniveles que representa dicha extensión.



#### 1.4.1.12. Captación

Según la Comisión Nacional del Agua, (2007), son las obras civiles y electromecánicas que permiten disponer del agua superficial o subterránea de la fuente de abastecimiento.

Según R.N.E., (2014), 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 la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

Vierendel, (2005), Se denomina obra de conducción, a la estructura que transporta el agua desde la captación hasta la planta de tratamiento o a un reservorio.

La captación de esta estructura deberá permitir conducir el caudal correspondiente al máximo anual de la demanda diaria.

#### 1.4.1.13. Calculo hidráulico de la línea de conducción.

Según Vierendel, (2005), el cálculo lo haremos en base a las fórmulas de Hazen Williams que son las más recomendables y utilizadas para estos casos. Nos valdremos de Nomogramas.

##### Formula de Hazen Williams

Según Rocha, (2007), la fórmula de hazen Williams tiene origen empírico. Se usa ampliamente en los cálculos de tubería para abastecimiento de agua. Su uso está limitado al agua en flujo turbulento, para tuberías de diámetro mayor a 2" y velocidades que no excedan de 3 m/s.

$$Q=0.000426 C_H D^{2.63} S^{0.54}$$

Dónde.

Q= gasto en litros por segundo.

CH = coeficiente de Hazen Williams.

D= diámetro en pulgadas.

S = pendiente de la línea de energía en metros por Km.

Cuadro N° 1. Coeficiente de fricción “C” en la fórmula de Hazen 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 |

Fuente: R. N. E. 2014

#### 1.4.1.14. Determinación de las presiones.

La presión estática no será mayor a 50 m. en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor a 10m. En caso de abastecimiento de agua por pileta, la presión mínima será 3.50 m. a la salida de la pileta.

Según Rocha, (2007), esta se debe tomar en cuenta por que no sólo aumenta el consumo sino también produce deterioros en las tuberías y válvulas por ser mayor el golpe de ariete, es así que la presión tiene dos factores influyentes:

- Cuando la presión es de 15 m. a 30 m. el consumo es mínimo.
- Cuando la presión es mayor el consumo aumenta debido a las filtraciones a través de los orificios que pueden existir en la red y que sabemos crece con la potencia  $3/2$  de la presión, el golpe de ariete es mayor y las válvulas sufren más, por consiguiente, en la sierra la ubicación de los reservorios se hace en las partes más altas de los pueblos debido a que por su topografía se tiene presiones altas en la partes bajas las cuales generan filtraciones a través de los orificios con el consiguiente aumento del consumo.

#### 1.4.1.15. Levantamiento para la línea de conducción

Según Vierendel, (2005), los levantamientos para el tendido de tuberías de alta presión son de menor precisión que para las carreteras o ferrocarriles. Los factores que intervienen en esta clase de proyecto son la longitud total de cierta consideración, que en algunos casos permiten aplazar todo trabajo de campo hasta el momento de proceder a la construcción.

El procedimiento general consiste en levantar un itinerario en campo, después de elegir el trazado y tomar las cotas de las depresiones y las elevaciones del terreno, no sólo a lo largo del itinerario en el cruce de corrientes de agua, que requieran obras especiales para su uso.

### **Línea de conducción.**

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2013), es la tubería que conduce el agua empleando solo la energía de la gravedad hasta el reservorio.

Según la Empresa Consultora Aguilar y Asociados S.R.L., (2004), se denomina línea de conducción, al conjunto de tuberías, canales, túneles, dispositivos y obras civiles que permiten el transporte del agua, desde la obra de captación hasta la planta de tratamiento, tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

Según Vierendel, (2005), se refiere al transporte de agua que conecta la captación con la estación de depuración o tanque de almacenamiento, se hace mediante una línea de conducción.

Como la captación se encuentra en un nivel más alto que el del reservorio, la energía que haga circular el agua será la gravedad; además la línea de conducción de calculará para el día de máximo consumo.

Según Ravelo, (1977), es la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento, debe satisfacer condiciones de servicio para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema. Ello puede verse afectado además por situaciones topográficas que permitan una conducción por gravedad o que, por el contrario, precisen de sistemas de bombeo. En cada caso, el diseño se hará de acuerdo a criterios para estas diferentes condiciones, afectados o no por el tiempo de bombeo.

#### **1.4.1.16. Calculo hidráulico de la línea de conducción**

Según Vierendel, (2005), el cálculo lo haremos en base a las fórmulas de Hacen Williams que son las más recomendables y utilizadas para estos casos. Nos valdremos de Nomogramas.

#### **1.4.1.17. Tanque de almacenamiento**

Según Ordoñez, (2002), llamado también tanque de distribución o reservorio, que sirve para almacenar el agua y poderla distribuir a toda la comunidad. Se construyen en la parte más alta de la comunidad para que así el agua baje por gravedad. Algunos tanques se construyen sobre la superficie del terreno, otros sobre torres de concreto o de estructura metálica, a fin de elevarlos para que el agua alcance una altura adecuada para su distribución.

El tanque o depósito asegura que exista suficiente cantidad de agua en horas de mayor demanda, además sirve para tener reserva de agua al existir algún problema en la línea de conducción.

### **Hipoclorador**

Según Ordoñez, (2002), es un tanque pequeño que se construye generalmente encima del tanque de almacenamiento, en el cual se introduce la solución madre de cloro, la cual se utilizará para desinfectar el agua contenida en el tanque.

#### **1.4.1.18. Línea de aducción**

Según Pittman, (1997), la línea de aducción transporta el agua desde el reservorio de almacenamiento hasta el inicio de la red de distribución.

#### **1.4.1.19. Tipos de tuberías**

Según Ravelo, (1977), existen diferentes tipos de tuberías las cuales estudiaremos considerándolos como alternativas de solución para usarlos en la línea de conducción como son:

- Tubos de fundición
- Tubos de acero recubiertos de hormigón
- Tubos de acero y hierro fundido
- Tubos de hormigón armado
- Tubos de plástico □ Tubos de fibro–cemento

#### **1.4.1.20. Distribución.**

Algunos autores consideran dentro de estas obras el tanque de almacenamiento y las líneas de conducción de agua, pero en este caso, se han abordado independientemente razón por la cual corresponde a obras de distribución solamente la red, estas pueden ser:

##### **a) Ramificada**

Recibe el nombre por el hecho que la red se diseña y construye en forma de árbol, con un eje central que corresponde a la línea principal y ramificaciones que parten de él para pasar frente a los predios que serán abastecidos.

Tiene como desventaja el crecimiento bacteriológico y sedimentación en los puntos finales de las ramificaciones; al efectuar reparaciones en la red, el sector posterior al punto de cierre quedará sin servicio y cuando se dan ampliaciones se pueden llegar a obtener presiones demasiado bajas en los extremos de las ramas.

#### **b) Sistema de Malla**

No tiene las desventajas del sistema ramificado, por el hecho que el flujo circula por todos los puntos e ingresa a estos desde varias direcciones y no de una sola como el primero.

#### **c) Sistema Combinado**

Es una combinación de los primeros y consiste en una malla que en ciertos nudos posee salidas de caudal que alimentan sistemas ramificados, esto permite simplificar el cálculo, reducir la malla y solventar las desventajas del sistema ramificado.

La red tiende a seguir las vías de acceso existentes o proyectadas, lo mismo que está restringida por la topografía del terreno.

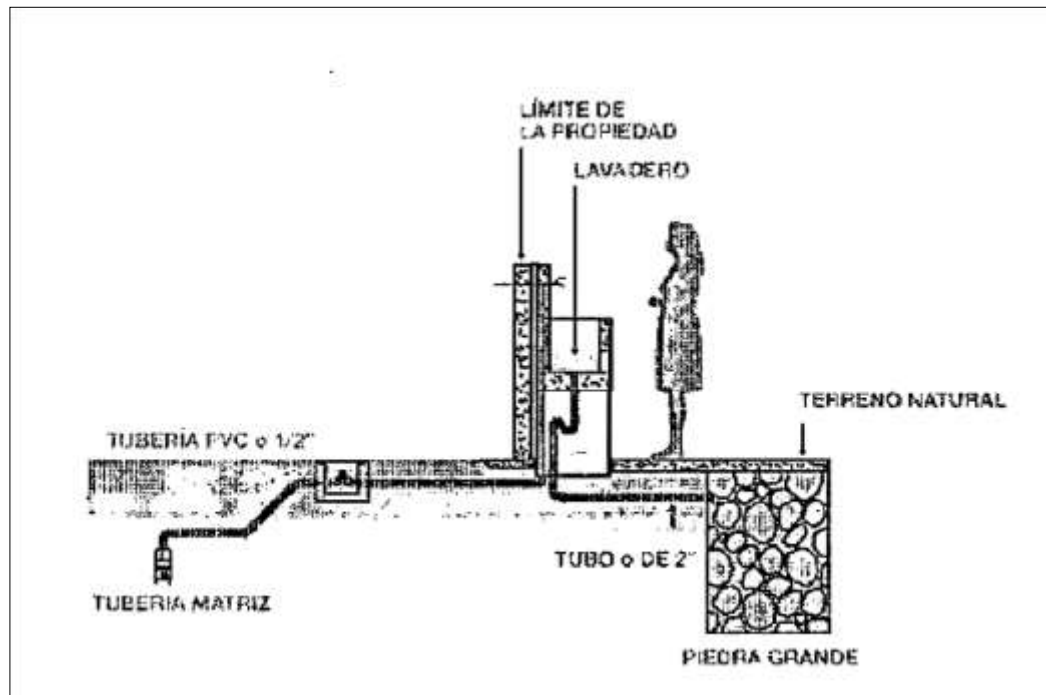
Según Ordoñez, (2002), es la tubería que va desde el pegue de la línea de conducción hasta las conexiones domiciliarias la red de distribución la forman tuberías de menor diámetro, partiendo de estas las tomas domiciliarias y lo los puestos públicos (llena cántaros).

##### **1.4.1.21. Conexión domiciliar.**

Según el ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, (2013), la conexión domiciliar de agua potable tiene como fin regular el ingreso de agua potable a una vivienda. Esta se ubicará entre la tubería de la red de distribución de agua y la caja de registro

Es la parte final de un sistema de abastecimiento. Consta de un tramo de tubería que une la red de distribución con la llave o chorro dentro del domicilio o en algunos casos llena cántaros.

Figura N° 01: Conexión domiciliar



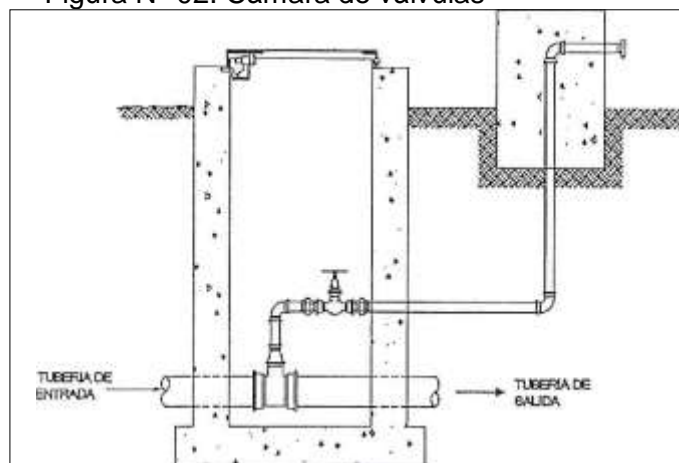
Fuente: Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento

#### 1.4.1.22. Estructuras complementarias

- **Cámara de válvula de aire**

Según Pittman, (1997), el aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automáticas (ventosas) o manuales.

Figura N° 02: Cámara de válvulas

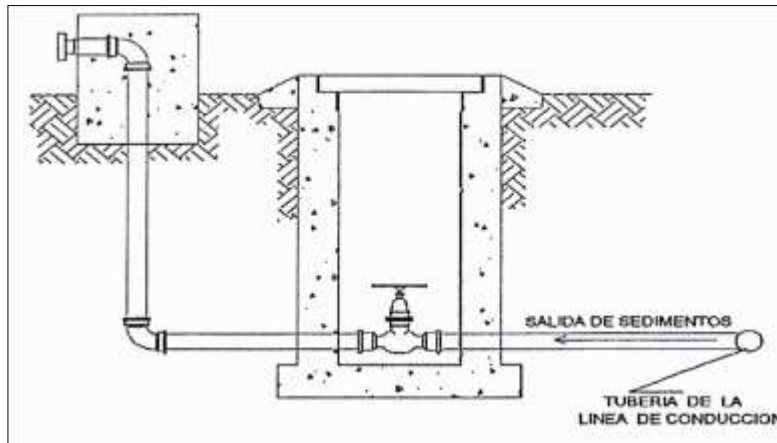


Fuente: Pittman (1997)

• **Cámara de válvula de purga**

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías (figura 6).

Figura N° 03: Válvula de purga

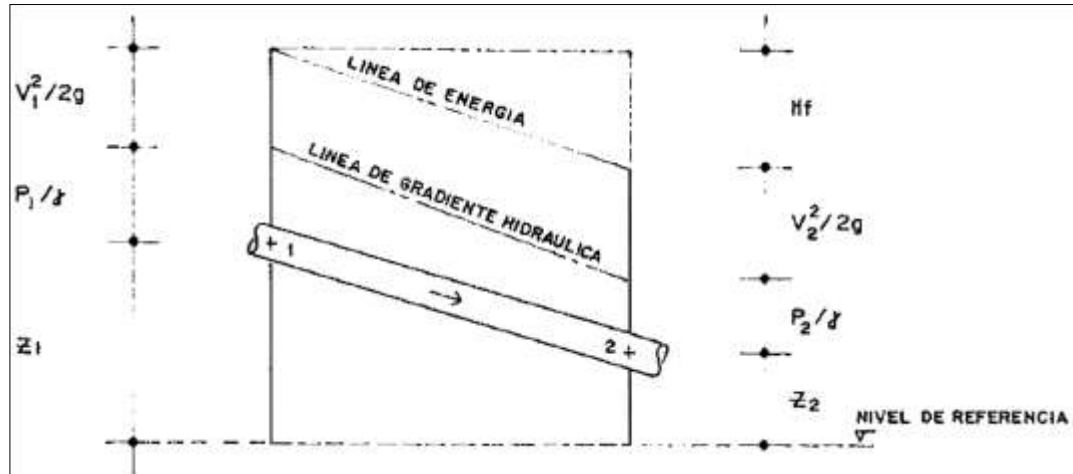


Fuente: Pittman (1997)

• **Cámara rompe - presión**

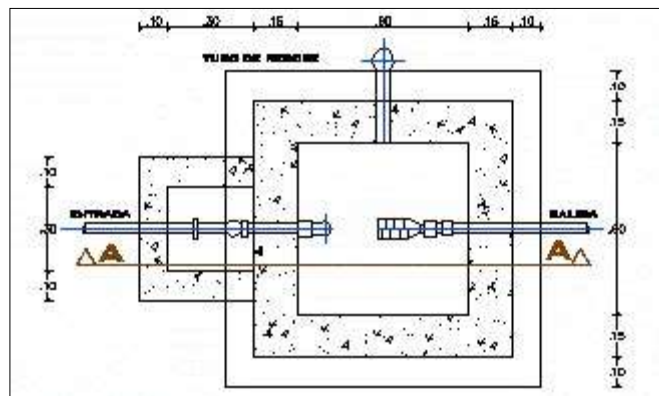
Al existir fuerte desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar la tubería. En este caso se sugiere la instalación de cámaras rompepresión cada 50 m. de desnivel.

Figura N° 04: Línea de energía - Gradiente hidráulico



Fuente: Pittman (1997)

Figura N° 05: Cámara rompe presión



Fuente: Pittman (1997)

#### d) Combinación de tuberías.

Según Pittman, (1997), es posible diseñar la línea de conducción mediante la combinación de tuberías, tiene la ventaja de optimizar las pérdidas de carga, conseguir presiones dentro de los rangos admisibles y disminuir los costos del proyecto. Se define lo siguiente:

$H_f$  = Pérdida de carga total (m).

$L$  = Longitud total de tubería (m).



$X$  = Longitud de tubería de diámetro menor (m).  $L-X$  = Longitud de tubería de diámetro mayor (m).

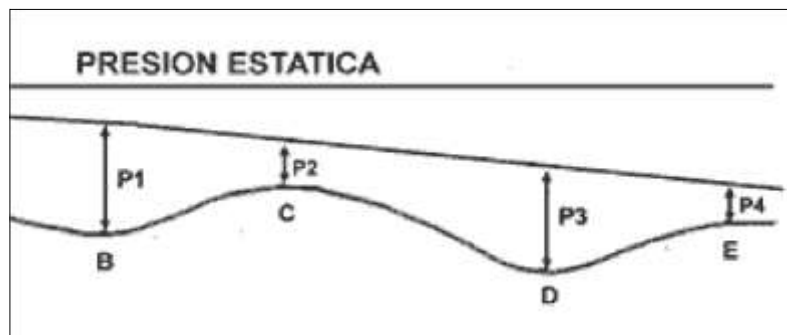
$hf_1$  = Pérdida de carga unitaria de la tubería de mayor diámetro.

$hf_2$  = Pérdida de carga unitaria de la tubería de menor diámetro.

La pérdida de carga total deseada  $H_f$ , es la suma de pérdidas de carga en los dos tramos de tubería.

$$H_f = hf_2 \times X + hf_1 \times (L-X)$$

Figura N° 6: Línea de carga estática



Fuente: Pittman (1997)

### e) Perfiles en U

En zonas donde la topografía obligue el trazo de la línea de conducción con un perfil longitudinal en forma de U, las clases de tubería a seleccionarse serán definidas de acuerdo a los rangos de servicio que las condiciones de presión hidrostática le impongan.

### f) Flujo laminar

Cuando el gradiente de velocidad es bajo, la fuerza de inercia es mayor que la de fricción, las partículas se desplazan pero no rotan, o lo hacen pero con muy poca energía,

el resultado final es un movimiento en el cual las partículas siguen trayectorias definidas, y todas las partículas que pasan por un punto en el campo del flujo siguen la misma trayectoria.

### G) Flujo turbulento

Se produce turbulencia en la zona central del tubo donde la velocidad es mayor, pero queda una corona de flujo laminar entre las paredes del tubo y el núcleo central turbulento.

### 1.4.2. UNIDAD DE SANEAMIENTO

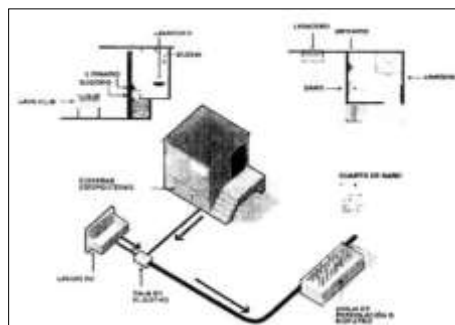
Unidad básica de saneamiento (UBS - C)

Según el ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, (2013), cuando el nivel freático es alto, el suelo es impermeable o se presenta un suelo rocoso, la UBS-C es una alternativa adecuada para la disposición de excretas. La ventaja competitiva de esta opción técnica es que convierte la materia orgánica

(heces y orina) en abono que puede ser utilizado para el mejoramiento de suelos

La UBS-C, es una estructura que cuenta con un inodoro que separa las orinas y las heces en compartimientos distintos. La orina se conduce a un pozo de absorción y las heces son depositadas en una cámara impermeable. Esta unidad cuenta con dos cámaras impermeables e independientes, que funcionan en forma alternada, donde se depositan las heces y se induce el proceso de secado por medio de la adición de tierra, cal o cenizas. El control de humedad de las heces y su mezcla periódica permite obtener cada doce meses un compuesto rico en minerales, con muy bajo contenido de microorganismos patógenos y que se puede utilizar como mejorador de suelos agrícolas, al cabo de ese tiempo.

Figura N° 07: Unidad básica de saneamiento



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento  
 Se según el RNE, (2014), saneamiento básico es la tecnología de

más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales y tener un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios. El acceso al saneamiento básico comprende seguridad y privacidad en el uso de estos servicios. La cobertura se refiere al porcentaje de personas que utilizan mejores servicios de saneamiento, a saber: conexión a alcantarillas públicas; conexión a sistemas sépticos; letrina de sifón; letrina de pozo sencilla; letrina de pozo con ventilación mejorada.

**Cuarto de baño**

Cuadro N° 02: Unidad basica de saneamiento

| Componente             | Descripción  | Aspectos técnicos del componente   |
|------------------------|--|--|
| Cuarto de baño         | Espacio que permite dar privacidad al usuario durante su uso y/o proteger al usuario contra la intemperie. Este cuarto de baño contará con un inodoro con separación de orina y heces diseñado para esta unidad.   | El área interna deberá ser adecuada para la disposición de la ducha, lavatorio y aparato sanitario. El cuarto de baño se puede ubicar dentro de la vivienda o fuera de la misma. El techo debe tener una inclinación menor a 10%, en zonas secas o desérticas, y en  |
| Cámaras                | Compartimento donde se depositan las heces hasta transformarse en abono natural, libre de microorganismos. Se tiene dos (02) cámaras que funcionan alternadamente. Cada una debe ser lo suficientemente grande como para recibir los desechos acumulados de por lo menos un año. En este tiempo la mayor parte de los organismos patógenos mueren antes de que se extraiga el material descompuesto. | Contará con una losa inferior de concreto, muros en mampostería, losa superior y compuertas, contando ambas cámaras con un orificio en la losa superior por donde caen las excretas. Las paredes y la base deben ser impermeables. El orificio de la cámara que no esté en uso se sellará colocándole un tapón que tiene la forma del orificio y podrá ser hecho de los mismos materiales que las paredes de la cámara. Pueden colocarse recipientes recolectores en el interior de las cámaras, para luego extraerlos y retirar el contenido en condiciones sanitarias. |
| Tubería de ventilación | Tiene como función permitir la salida de los gases generados en las cámaras de secado estableciendo comunicación con el exterior.  | Conducto de PVC que se coloca dentro o fuera del baño y que se interconecta con la cámara seca para eliminar los malos olores y cuenta con un sombrero de ventilación.   |
| Zanja de percolación   | Son excavaciones largas y angostas realizadas en la tierra para acomodar las tuberías de distribución del agua residual proveniente de los aparatos sanitarios.  | En la construcción de la zanja, son necesarios los siguientes materiales: grava triturada, tubería de PCV con juntas abiertas o perforaciones que permitan la distribución uniforme del líquido en el fondo de las zanjas.   |
| Biofiltro              | Los biofiltros son humedales artificiales de flujo subsuperficial que constan de tres componentes principales: plantas, microorganismos y un medio de soporte, cuya interacción da como resultado la remoción de contaminantes por medio de mecanismos físicos, químicos y biológicos. El agua no está expuesta directamente a la atmósfera por lo que se puede instalar en un área                  | Las plantas comunes en humedales son las aneas, los juncos y los céspedes de caña. El sustrato o medio de soporte de las plantas y los microorganismos que degraden la materia orgánica podrá ser grava pequeña o mediana.   |

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014

### **Afluente**

Según la norma IS 020, a fuente se refiere a las aguas negras o parcialmente tratado, que entra a un depósito y/o estanque.

#### **Aguas negras domesticas**

Según la norma IS 020, son las aguas negras derivadas principalmente de las casas, edificios comerciales, instituciones y similares, que no están mezcladas con aguas de lluvia o aguas superficiales.

Según el ministerio de Vivienda, construccin y saneamiento (2013), es el agua de origen doméstico, que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.

### **Descomposición del agua negra.**

Según la norma IS 020, es la destrucción de la materia orgánica de las aguas negras, por medio de procesos aeróbicos y anaerobios.

### **Efluente.**

Según la norma IS 020, se refiere a las aguas que salen de un depósito o termina una etapa o el total de un proceso de tratamiento.

### **Espacio libre**

Según la norma IS 020, es la distancia vertical entre el máximo nivel de la superficie del líquido, en un tanque.

### **Letrinas.**

Según DIGESA, (2007), es un sistema apropiado e higiénico, donde se depositan los excrementos humanos que contribuye a evitar la contaminación del ambiente y a preservar la salud de la población.

### **Lodos**

Según la norma IS 020, son los sólidos depositados por las aguas negras, o desechos industriales, crudos o tratados, acumulados por sedimentación en tanques y que contienen más o menos agua para formar una masa semilíquida.

## **Excretas**

Según el ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, (2013), son el conjunto de orina y/o heces que eliminan las personas como producto final de su proceso digestivo.

## **Percolación**

Según la norma IS 020, es el flujo o goteo del líquido que desciende a través del medio filtrante. El líquido puede o no llenar los poros del medio filtrante.

## **Tratamiento Primario.**

Según la norma IS 020, es el proceso anaeróbico de la eliminación de sólidos.

## **Arrastre Hidráulico**

Según la Oficina Sanitaria Panamericana – Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, (2010), fuerza de tracción que produce el agua para la evacuación de las excretas desde el aparato sanitario hacia el hoyo o pozo.

## **Biodigestor Autolimpiable**

Según el ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento (2013), es un sistema que funciona en condiciones anaeróbicas que transforma las excretas en materia orgánica.

Según Rotoplas, (2014), el Biodigestor Autolimpiable es un sistema para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, mediante un proceso de retención y degradación séptica anaerobia de la materia orgánica.

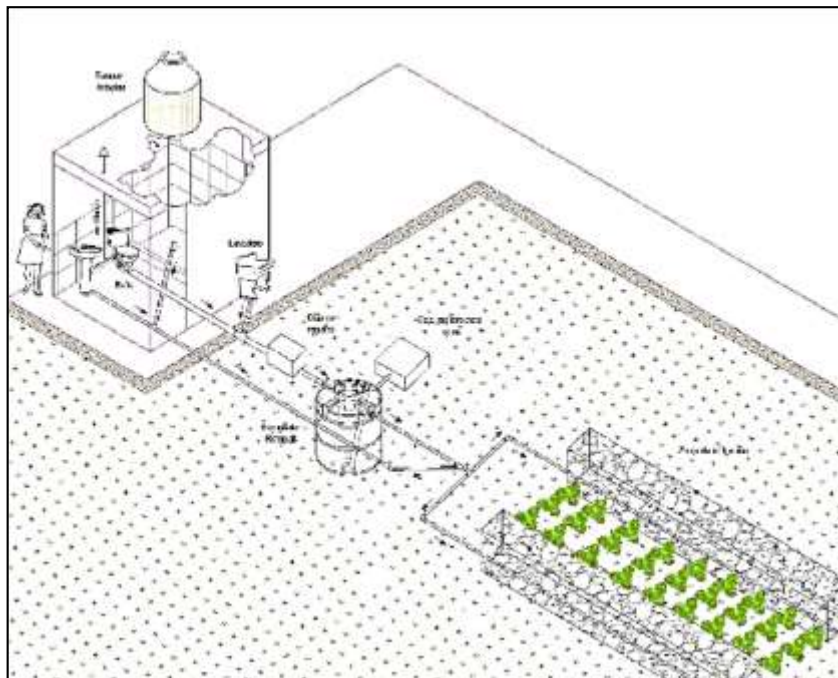
El agua tratada es infiltrada hacia el terreno aledaño mediante una zanja de infiltración, pozo de absorción humedal artificial según el tipo de terreno y zona.

Figura N° 08. Biodigestor



Fuente: Rotoplas

Figura N° 09. Unidad básica de saneamiento



Fuente: Rotoplas

### Caja de lodos

Según Rotoplas, (2014), es una caja de concreto, ladrillo, sin fondo, para que pueda infiltrarse en el terreno el agua contenida en los lodos.

### Área de percolación y/o pozo de lodos

Según el ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, (2013), son excavaciones en el terreno que contienen grava y un tubo de distribución por el cual el efluente procedente de un Tanque Séptico o Biodigestor se filtra en el terreno.

Según Rotoplas, (2014), es el área donde se filtra el agua residual que sale del biodigestor, también se denomina área de percolación o pozo de absorción y esta puede ser de dos tipos:

- Absorción vertical
- Absorción horizontal

### **1.4.3. Elementos de sostenibilidad del proyecto**

#### **Sostenible**

Según Díaz Pineda y María de Miguel, (1998), es un proceso que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace, por ejemplo un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes.

#### **Desarrollo Sostenible**

Según Brundlandt, (1990), se llama desarrollo sostenible aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones. Intuitivamente una actividad sostenible es aquella que puede mantener.

#### **Elementos de la sostenibilidad**

Según el Fondo Contravalor Perú Alemania, (2012), Los elementos de evaluación de los proyectos de saneamiento básico y agua potable está dirigida a la verificar del impacto y cumplimiento de cuatro resultados claves: prestador institucionalizado, usuarios satisfechos, economía equilibrada y entorno político y social favorables.

Cuadro N° 3: Fortalecimiento de los elementos claves

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <p><b>Prestador institucionalizado (JASS)</b><br/>         Incorpora el desarrollo de capacidades técnicas y el registro formal de las JASS; así como el concepto de la "legitimidad" del prestador, que se sustenta en el grado de reconocimiento social, de origen (elección democrática) y de la capacidad en el manejo técnico operacional, la autoregulación y el control social.</p> | <p><b>Usuarios satisfechos</b><br/>         Asociado directamente a la capacidad del prestador para proveer servicios de calidad de agua y saneamiento a la comunidad, mediante el eficiente manejo técnico operacional, el mantenimiento de las instalaciones y el control de la calidad de agua.<br/>         Plantea la continuidad del servicio en los niveles adecuados y la capacidad para la gestión de riesgo de desastres.</p> | <p><b>Economía equilibrada del prestador</b><br/>         Propone alcanzar la sostenibilidad económica del servicio mediante el desarrollo o mejora de las capacidades de gestión administrativa, financiera y de planificación del prestador.</p> | <p><b>Entorno favorable</b><br/>         Implica el cumplimiento del rol de los gobiernos locales y regionales, de los sectores salud y educación en la provisión de servicios de supervisión, educación sanitaria, asistencia técnica y vigilancia de la calidad del agua de manera permanente a las JASS, de acuerdo al nuevo marco normativo del saneamiento rural.</p> |
|--|---|--|--|

Fuente: Fondo Contravalor Perú Alemania (2012)

Cuadro N° 04: Elementos de sostenibilidad

| RESULTADOS                          | PROCESOS  | SUBPROCESOS   |
|-------------------------------------|---|---|
| Prestador institucionalizado        | Fortalecimiento de la institucionalidad del prestador                                       | Legalización del prestador<br>Fortalecimiento de la legitimidad del prestador   |
| Usuarios satisfechos                | Mejoramiento de la calidad de los servicios de saneamiento                                  | Fortalecimiento de las capacidades operacionales del prestador<br>Fortalecimiento de las capacidades del prestador en respuesta rápida ante riesgo de desastres   |
| Economía equilibrada del prestador  | Mejoramiento de los recursos económicos del prestador                                       | Fortalecimiento de la gestión administrativa del prestador<br>Fortalecimiento del manejo económico financiero del prestador<br>Fortalecimiento de las capacidades de planificación del prestador  |
| Entorno político y social favorable | Mejoramiento del entorno político social para la prestación de los servicios de saneamiento | Equipamiento al prestador para la administración de los servicios de saneamiento<br>Fortalecimiento de las capacidades del gobierno local para que supervise, fiscalice y brinde asistencia técnica a los prestadores rurales de servicios de saneamiento<br>Fortalecimiento de las capacidades de la Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento (DRVCS) en prestación de servicios de saneamiento en el ámbito rural<br>Fortalecimiento de las capacidades de las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) en control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano<br>Fortalecimiento de las capacidades de la comunidad en educación sanitaria, ambiental y valoración socio-económica de los servicios de saneamiento |

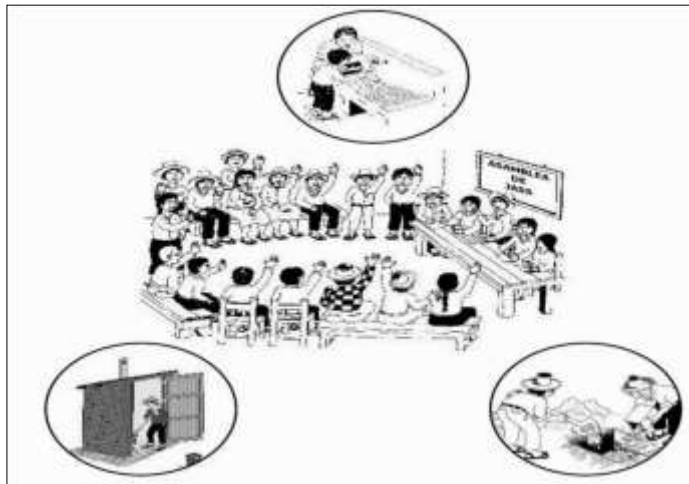
Fuente: Fondo Contravalor Perú Alemania (2012)

**Junta de usuarios de servicio y saneamiento JAAS**



Según SER, (2005), es una Asociación que se encarga de la prestación de los servicios de saneamiento en los centros poblados y comunidades rurales. Se llama servicios de saneamiento a los servicios de agua potable, disposición de excretas (letrinas) y eliminación de basura (pozo de relleno) .

Figura N° 10: JASS



Fuente: SER (2005)

#### 1.4.4. CONCLUSIÓN

Los componentes de sistema de agua potable son los siguientes: captaciones tipo ladera, cámara de reunión, línea de conducción metros lineales, cámaras

rompe presión tipo 06-07, reservorio m<sup>3</sup>, caseta de válvulas, red de distribución más aducción metros lineales. tubería PVC SAP y piletas públicas.

La unidad básica de saneamiento cuenta con los siguientes componentes; biodigestor litros, caja de registro de lodos.

Los elementos de sostenibilidad de sistema de agua potable son; una JASS institucionalizado, una cuota familiar, la creación de un área técnica municipal (ATM), y un manual de operación y mantenimiento.

Las familias que se beneficiaran en forma inmediata serán, quienes contarán con agua potable y saneamiento básico, con salubridad, higiene y calidad, unidades básicas de saneamiento las 24 horas del día, superando todo tipo de enfermedades gastrointestinales diarreicas y dérmicas, a su vez acarreo de agua desde fuentes de abastecimiento distantes a las viviendas, las mismas que no son recomendados para consumo humano.

#### 1.4.5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Agua, C. N. (2010).** "Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento". Tlalpan, Mexico: Boulevard Adolfo Ruiz Cortines.

**Aguero Pittman , R. (1997).** "Agua potable para poblaciones rurales". Lima.

**Briere Francois, G. (2005).** "Distribucion de Agua Potable y Colecta de Desague y de Agua de Lluvia". Montreal.

**Brundlandt. (1990).** "Comisión Brundlandt". Noruega.

**CAF. (2012).** "Agua Potable y Saneamiento Basico en Latino America y el Caribe metas realistas y soluciones sostenibles". Propuestas para el 6to Foro Mundial del Agua.

**Calderón Cockburn, J. (2009).** "Agua y saneamiento: el caso del peru rural". Lima: Oficina regional para américa latina ITDG.

**Castro, R., & Perez, R. (2009).** "Saneamiento Rural y Salud". Guatemala.

**CHARAJA CHUTIPA, F. (2011).** "El MAPIC en la metodologia de investigacion". Puno: Sagitario Impresiones.



**Comisión Nacional del Agua (CNA). (2007).** "Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento". Tlalpan: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

#### 1.4.6. ANEXOS

#### ANEXO 1. MATRIZ DE DATOS

Denominación de la matriz:

**MATRIZ PARA LA REVISIÓN LAS PUBLICACIONES REFERIDAS AL TEMA**

---

**AUTOR:**

---

#### A.- LIBROS REFERIDOS AL TEMA

1.

2.

3.

---

#### B.- TESIS SIMILARES

1.

2.

3.

---

#### C.- BASES NORMATIVAS

1.

2.

3.

#### ANEXO 2. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE OPERACIÓN Y

## MANTENIMIENTO

### CAPTACION TIPO LADERA.

1. El filtro está compuesto por material granular como esta en los esquemas, encima tiene una losa de protección de concreto. Cuando el operador nota que el flujo disminuye o no es aproximadamente uniforme en los orificios de salida a la tanqueta de recolección, pueden existir varios motivos: disminución del aporte del agua subterránea por falta de recarga debido a escasez de lluvia, obstáculos al paso del flujo subterráneo para salir al manantial (raíces de árboles, derrumbes, etc.), obstrucción del filtro derivando la mayor parte del agua hacia los costados por fuera de la estructura o incrementando el área de la bolsa de recarga adyacente al manantial. Para disminuir los efectos de estos acontecimientos, es importante tener en cuenta lo siguiente: Sembrar árboles en el micro cuenca, retirados de la zona de afloramiento. Cortar la vegetación alta que comienza a crecer en la zona aledaña al manantial, como árboles o arbustos que produzcan raíces cuya profundidad o esparcimiento puedan desviar u obstruir los conductos que la naturaleza ha desarrollado para el flujo del agua subterránea y su entrega en los manantiales. Limpiar el filtro adyacente al manantial, para ello es necesario cortar el concreto a los costados formando ventanas, sacar el filtro obstruido, lavarlo con agua limpia y volverlo a reponer en su posición y volumen original, colocándolo uniformemente de tal manera que el material no se compacte, al usar mal las herramientas, esto estorbaría el flujo normal del agua hacia la tanqueta de recolección, luego volver a reponer el concreto del muro donde se abrieron las ventanas para que quede hermético. Esta operación se realiza cuando como se mencionó antes, el operador note que el flujo disminuye, hay fuga a los costados o no es aproximadamente uniforme en los orificios de salida a la tanqueta de recolección; si no advierten los síntomas descritos, el mantenimiento puede hacerse cada siete años.

2. En la tanqueta de recolección del agua del manantial, es necesario desarrollar el lavado y desinfección interior de las paredes, el piso y el techo con agua clorada cada dos meses, para ello sacan el cono de rebose , con un badilejo remueven la tierra y piedrillas que se encuentran en el fondo llevándolas al exterior; para limpiar las paredes, piso, techo y accesorios interiores utilizan una escobilla o cepillo de cerda, baldean y dejan salir el agua por la tubería de limpieza para eliminar la suciedad, colocan el cono de rebose, limpian los accesorios (incluyendo el cono de rebose), el muro, piso y techo con solución de

agua clorada para matar los microbios, esta solución la preparan echando 6 cucharadas de hipoclorito de calcio al 30% ó 3 al 70% de cloro libre, a un balde con 10 litros de agua, hasta disolverlo. Con la solución mojan un trapo limpio y frotan los accesorios, la tapa sanitaria, techo, paredes y piso; colocan nuevamente el cono de rebose, cierran la válvula de compuerta que se encuentra en la caseta de válvulas, vierten a la tanqueta la solución sobrante, esperan que se llene de agua la tanqueta al nivel del rebose, abren la válvula de compuerta que controla el flujo a la tubería de conducción, sacan el cono de rebose, lo enjuagan y vuelven a colocarlo. Anualmente es conveniente pintar la tapa sanitaria, el techo y las paredes exteriores. Cuando alguna parte de la estructura que conduce o almacena agua esta averiada y aparece en las paredes de concreto humedad o filtraciones, tienen que repararla utilizando mezclas de concreto con aditivos como impermeabilizantes y epóxicos, si no compromete la estabilidad de la estructura, caso contrario es necesario conseguir el asesoramiento de un técnico.

3. En la caseta de válvulas también cada año deben pintar las paredes exteriores e interiores si es el caso, la tapa sanitaria y mantener continuamente el piso seco para disminuir la humedad que puede afectar la válvula.

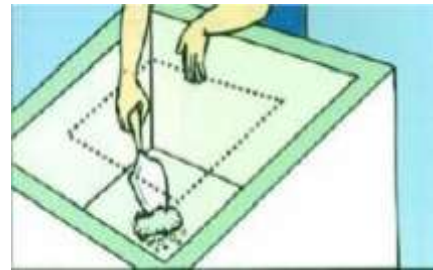
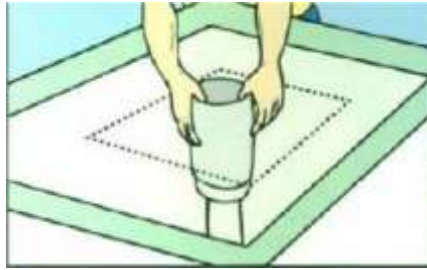
4. La válvula de compuerta para su mantenimiento y operación debe seguir los lineamientos descritos en el punto específico a válvulas de compuerta.

5. El medidor de caudal cuantifica la cantidad de agua que deriva el manantial, el operador anotara mensualmente la lectura, para compararla con lecturas aguas abajo. En caso que se des calibre el medidor o contador es necesario llevarlo a un banco de calibración, en Seda Juliaca o Emsa Puno; es recomendado que se calibre por lo menos cada cinco años, el primer año de lecturas da idea para determinar si se des calibro, por comparación aproximada entre años, pues debido a la recarga por la lluvia, van a existir variaciones que pueden ser importantes en años secos.

6. Alrededor de la estructura hay un espacio libre dentro del cerco que se denomina patio de maniobras, este espacio lo conservaran libre de hierbas, barro

u objetos que contaminen la zona, como botellas, papeles, etc. El cerco perimétrico deberá pintarse por lo menos cada dos años.

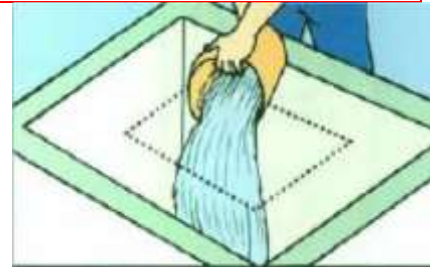
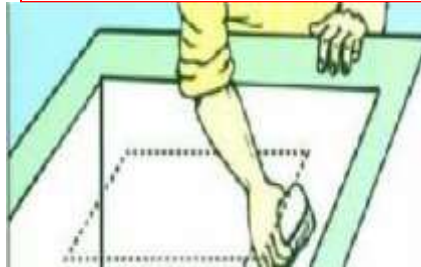
7. Los esquemas muestran la forma de desarrollar la limpieza y desinfección de las tanquetas de recolección; tener en cuenta que son dos conos de rebose. Han sido tomados de la cartilla: Guía del participante, versión adaptada por los proyectos niños. CARE PERU.



Abri la tapa sanitaria de la tanqueta. Sacar el cono de rebose, para que el agua salga por la tubería de limpieza.

Con un badilejo remover la tierra y piedrillas del fondo, llevándolas al exterior.

Esquemas tomados de guía del participante. Agua potable en zonas rurales. Versión adoptada por proyecto niños. Care Perú



para

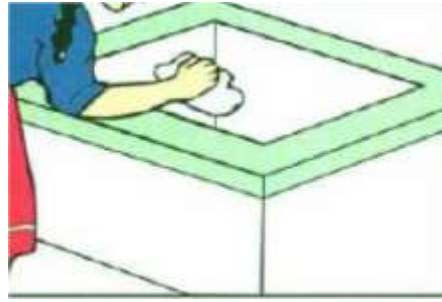
Limpiar las paredes interiores, piso, techo y accesorios con una escobilla de cerda.

Baldear y dejar salir el agua por la tubería de limpieza eliminar la suciedad



Preparar la solución de agua clorada con hipoclorito de calcio al 30 ó 70%, utilizando 6 ó 3 cucharadas según el caso.

Con un trapo humedecido con la solución de agua clorada, frotar los accesorios para desinfectarlos.



## CÁMARA ROMPE PRESIÓN

### Limpieza externa

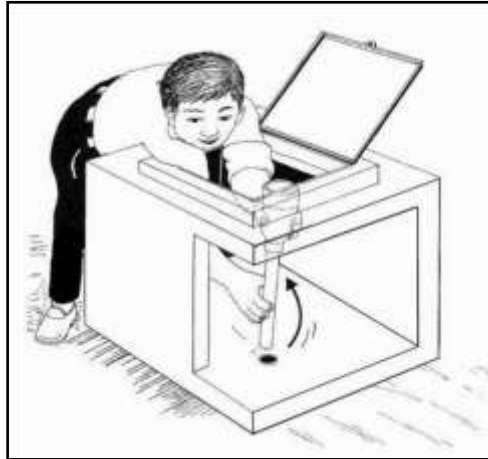
Si entre la Captación y el Reservorio es bastante el desnivel, entonces habrá Cámaras de Rompe Presión.

Se realiza la limpieza externa retirando piedras y maleza; se cierra la salida de agua de la Captación y se limpia una a una las Cámaras Rompe Presión, empezando por la más cercana a la Captación.

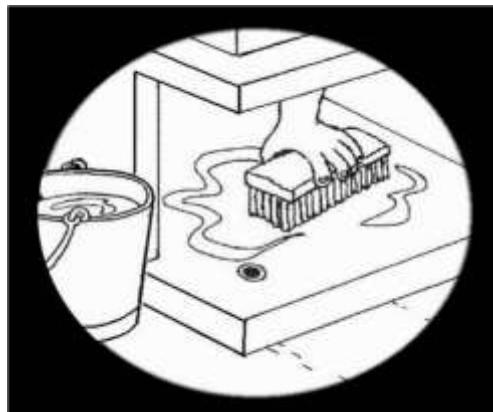
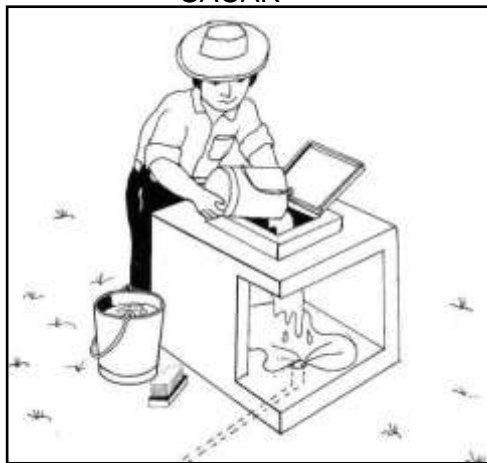


### Limpieza interna

Quitar el Cono de Rebose para que salga el agua por la Tubería de Desagüe.



SACAR



Utilizando la escobilla frotar paredes y piso, luego Enjuagar

**ROMPE PRESIÓN**



### Preparación

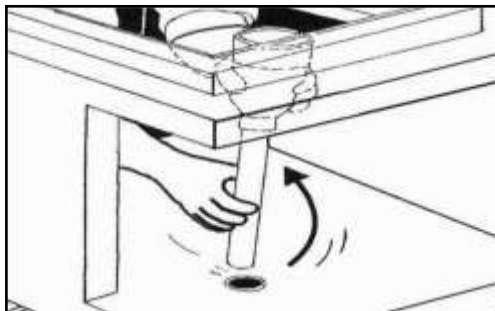


Con el mandil, los anteojos y la mascarilla puestos dejar pasar el agua clorada retenida en la Tubería de la Línea de Conducción, de ser necesario se prepara nuevamente la mezcla de agua con el Hipoclorito al 70% (según anexo), mantener el agua clorada en la Cámara Rompe Presión por aproximadamente 2 horas.

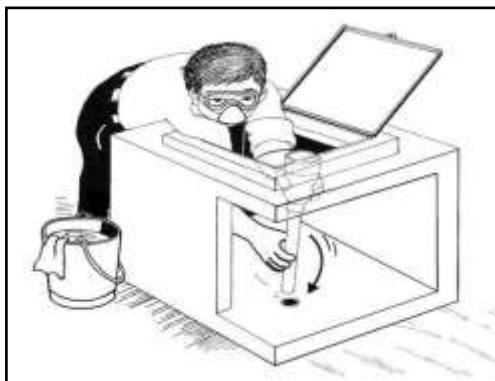
### Desinfección

Pasadas las dos horas, con un poco de esta solución y a ayuda de un trapo, esponja o escobilla proceder a la desinfección del Cono de Rebose, el piso y las paredes de la

Cámara Rompe Presión



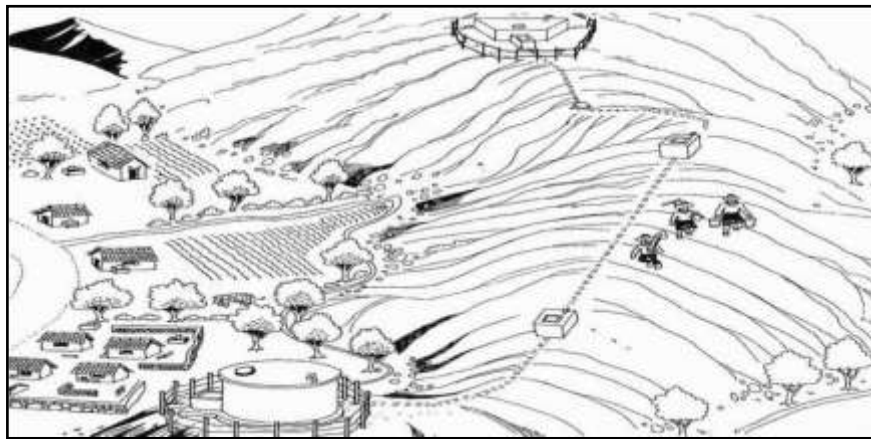
Colocar una vez más el Tubo de Rebose



Y bajar la tapa metálica de la Cámara Rompe Presión

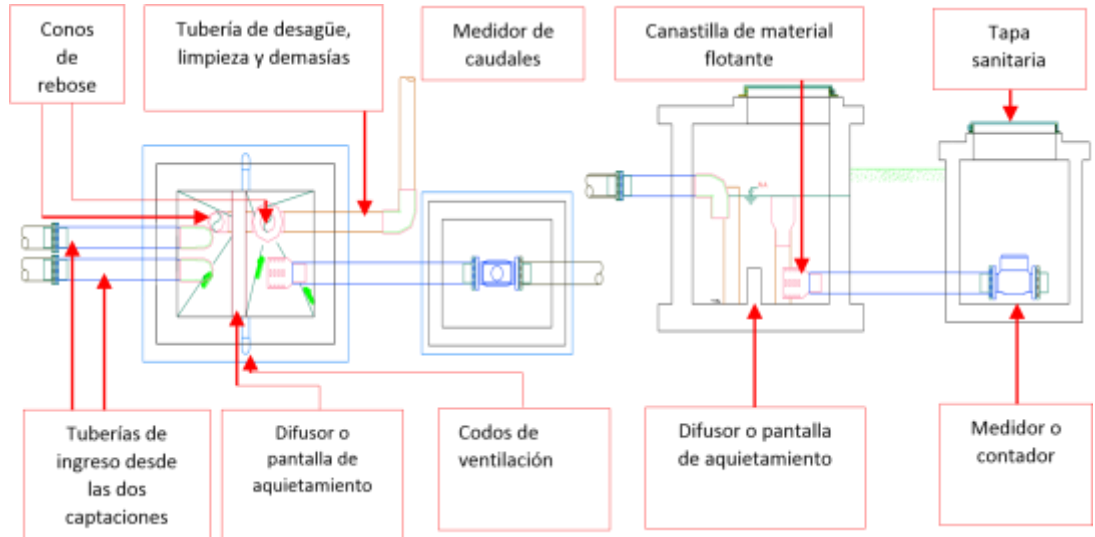


Evitando que el agua clorada se desperdicie esperamos alrededor de dos horas para hacerla correr.



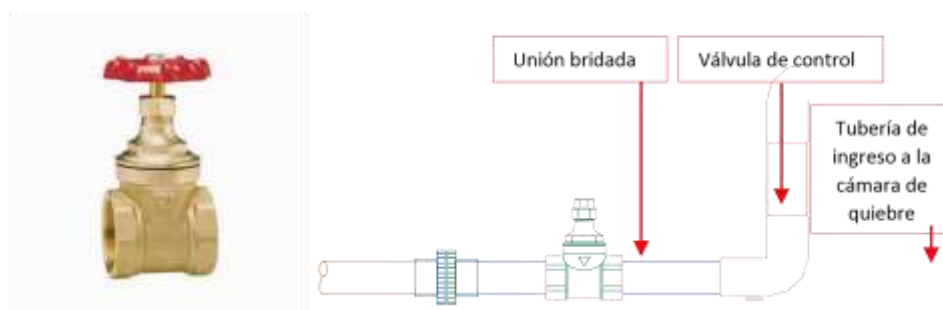
Estas operaciones, tanto la de limpieza y desinfección se repiten en todas la Cámaras Rompe Presión que hubiesen, empezando por la más cercana a la Captación y terminando al llegar al Reservorio

### CÁMARA DE REUNIÓN



En la cámara de reunión desagua el agua procedente de las dos captaciones, ahí se reúne, para continuar por la tubería de conducción. Es una estructura sencilla donde se destacan la pantalla del difusor que aquieta el agua descargada por cada tubería, los dos conos de rebose, uno a cada lado del difusor, la canastilla o tamiz de material flotante y el medidor de caudales, conectado a la tanqueta de reunión por un tramo de tubería corta. La tanqueta y la caja de protección del medidor, cuentan con tapa sanitaria de inspección y seguridad.

### VÁLVULAS DE CONTROL.



Las válvulas de control o de compuerta, fueron colocadas antes de las cámaras rompe presión, como muestra el esquema de la línea de conducción, al serrarlas podemos aislar tramos para mantenimiento o limpieza de las estructuras en seco.

### VÁLVULAS DE AIRE

Bocas de salida de evacuación de aire con rosca loca de 1/8" y 3/4" hembra. Rejilla de protección para evitar ingreso de insectos a válvula y por tanto evitar el bloqueo del flotador.

Válvulas de ventosa para extracción de aire

Fabricada en nilón, reforzada con fibra de vidrio, junta con cierre de caucho y flotador de poliestireno

Funciona continuo, entre 0.2 y 16 bares, automática

Extracción de 45 m<sup>3</sup>/hora



la



Las válvulas de aire o ventosas se usan para purgar o expulsar el aire que se acumula en las tuberías, sobre todo en las partes altas, reduciendo la sección en el tubo para el paso de agua o taponándolo, o incorporar el aire a ellas cuando están vacías, evitando el aplastamiento. Además evita que se originen compresiones y dilataciones alternadas por la elasticidad de las burbujas de aire causando sobre presiones. El desplazamiento brusco de las masas de aire puede provocar golpes de ariete.

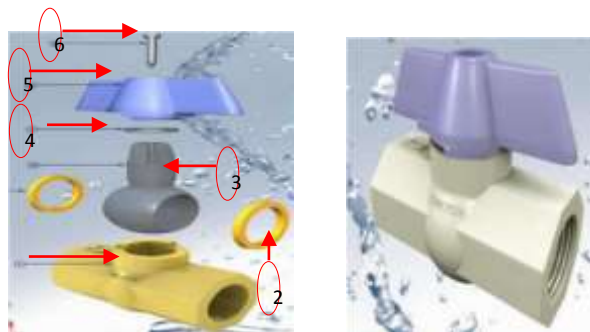
Cuando se llena la tubería, el aire que está dentro de ella es expulsado a la atmosfera. Cuando el aire sale, ingresa el agua y el flotador obstruye el orificio.

El orificio esta normalmente cerrado por la fuerza del flotador y con presión del agua, evitando la entrada del aire.

El aire ocupa la cámara de la válvula y reemplaza el agua mientras la línea está siendo desocupada.

### VÁLVULAS DE PURGA.

Válvula de purga de sedimentos



### RESERVORIO

Con el fin de abastecer de agua potable a la localidad en horas de máxima demanda, el sistema cuenta con un reservorio de determinada capacidad, ubicado al final de la línea de conducción que transporta agua a una determinada velocidad. En el techo del reservorio, está el tanque de mezcla de hipoclorito de calcio, para clorar el agua que será enviada a las viviendas, a través de la red de distribución. Antes del ingreso al reservorio fue colocado un medidor o contador de caudal para medir la



|   |                      |
|---|----------------------|
| 1 | Cuerpo de válvula    |
| 2 | Esfera Vástago       |
| 3 | Asientos             |
| 4 | O-ring Vástago       |
| 5 | Manija               |
| 6 | Tornillo Triple inc. |

cantidad de agua que llega a él desde la cámara de reunión. De igual modo a la salida del reservorio fue colocado un medidor o contador de caudal para medir

la cantidad de agua clorada que es enviada a las viviendas y un filtro para evitar que partículas muy pequeñas lleguen a la red de distribución de agua potable.

### Operación y mantenimiento

El operador en el reservorio, evalúa los principios de operación y mantenimiento que están escritos a continuación:

- Estanqueidad en la cuba y estado de las estructuras de aquietamiento. □ Comportamiento satisfactorio de las válvulas □ Control de demasías sin obstrucciones.
- Control de lecturas de los medidores o contadores de caudal al ingreso y salida del reservorio.
- Accesorios dentro y afuera de la cuba, la caseta de válvulas (canastillas de tubería de descarga, tapas sanitarias, etc.), cajas de válvulas exteriores, medidores y filtro.
- Tanque de mezcla de hipoclorito de calcio y accesorios.
- Protección adecuada de la descarga de la tubería de demasías y de limpieza.
- Filtro exterior tipo disco, sin obstrucciones.
- Protección del filtro de la parte exterior.
- Muro de contención de la parte posterior del patio de maniobras. □ Patio de maniobras y cerco perimétrico

Para mantener en buen estado el reservorio es conveniente, limpiar el exterior, lavar y desinfectar el interior de la cuba (paredes, piso y techo) con agua clorada cada seis meses, con esta operación también se desinfecta la red de distribución. Para desarrollar este procedimiento, abren la válvula de compuerta del sistema de limpieza hasta que el agua de la cuba se vacíe, con un badilejo remueven la tierra y piedrillas que se encuentran en el fondo llevándolas al exterior; en la limpieza de las paredes, piso, techo y accesorios interiores utilizan una escalera para acceder a las partes altas, escobilla o cepillo de cerda para refregar, baldes para transportar agua y lavar las paredes, eliminando la suciedad, el agua sucia saldrá por la tubería de limpieza. Después de esta operación, cierran la válvula de compuerta, limpian los accesorios (incluyendo la canastilla de la tubería de descarga), el muro, piso y techo con solución de agua clorada para matar los microbios, esta solución la preparan echando 4 cucharadas de hipoclorito de calcio al 30% ó 2 al 70% de cloro libre, por cada balde con 20 litros de agua hasta disolverlo. Con la solución mojan un trapo

limpio y frotan los accesorios, la tapa sanitaria, techo, paredes y piso; cierran la válvula de compuerta de la caseta de válvulas, que permite el paso del agua a la red de distribución, abren la válvula de entrada del agua que viene de la captación para llenar el reservorio, preparan una solución clorada en función al volumen de las redes, teniendo en cuenta además el volumen del reservorio, de acuerdo al cuadro siguiente:

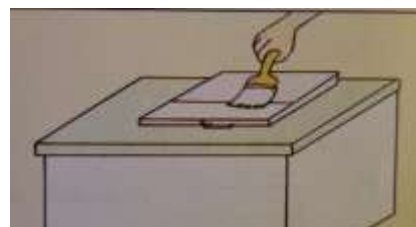
El total del compuesto clorado para la desinfección del reservorio será el volumen de las redes por el factor de la solución. Este compuesto sirve también para desinfectar las redes de distribución.



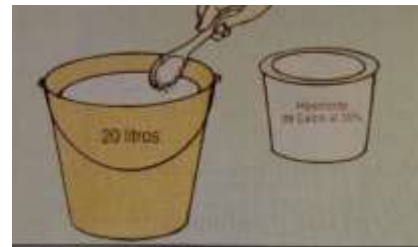
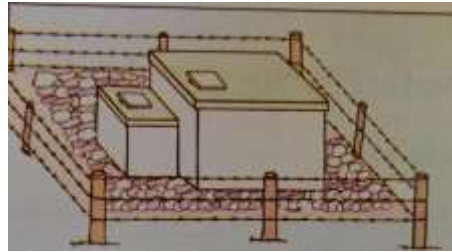
y

|   |             |                                |   |
|---|-------------|--------------------------------|---|
| Operación y mantenimiento   | Frecuencia  | Tiempo aproximado              | Materiales, equipos herramientas  |
| Limpieza y desinfección del reservorio y las redes de distribución  | Seis meses  | 12 horas, con cuatro ayudantes | Equipo de seguridad, Herramientas, materiales.                          |
| Pintura exterior del reservorio, tapas sanitarias, cerco, puerta, cabezas de válvulas con diferentes colores. | Anual       | 24 horas 2 personas            | Equipo de seguridad, herramientas, materiales como pintura.             |
| Lectura de los medidores del reservorio.  | Mensual     | 15 minutos                     | Herramientas y equipo de seguridad elemental.                           |
| Limpieza del patio de maniobras, cajas de válvulas, medidores, filtro.  | Quince días | 60 minutos                     | Guantes, mameluco, mascara y equipo de seguridad, herramientas de aseo. |
| Revisión de Filtro de disco.  | Mensual     | 30 minutos                     | Equipo de seguridad, herramientas                                       |
| Revisión muro de contención, reservorio, cajas  | Anual       | Seis horas                     | Equipo de seguridad, herramientas.                                      |

Alrededor del reservorio hay un espacio libre dentro del cerco que se denomina patio de maniobras, este espacio lo conservaran libre de hierbas, barro u objetos que contaminen la zona, como botellas, papeles, etc. Las columnas del cerco, los marcos, las paredes y la puerta deberán pintarse por lo menos cada dos años.







### Sistemas de cloración.

En el reservorio desarrollaran la cloración, para eso en la parte superior fue colocado un tanque de mezcla e instalada tubería que permite llevar la mezcla a la masa de agua y cuantificar a través de la toma de muestras utilizando un aparato sencillo la concentración de cloro en ella. A este sistema de cloración lo podemos llamar bajo presión atmosférica.

Es conveniente que el cloro residual en las piletas sea igual o un poco mayor a 0.5 mg/ltr., ó 0.5 ppm, para un período de contacto de 30 minutos.

La evaluación del sistema de cloración comprende:

- Limpieza y revisión del tanque de mezcla de cloro.
- Tuberías de aprovisionamiento de agua, de descarga del tanque al reservorio y de concentración de cloro en la mezcla.
- Válvulas y accesorios.
- Estructura de sostenimiento del tanque.
- Equipos de seguridad personal para manipular el cloro.
- Almacenaje del Stock de hipoclorito de calcio al 70%.
- Materiales en reserva.
- Muestreador.

Para el buen funcionamiento del sistema de cloración, es imprescindible que los equipos estén completamente operativos, dando seguridad al proceso y a las personas u operadores que lo ejecutan. Son importantes las revisiones mensuales de cada parte de la estructura, para darle el mantenimiento oportuno; además el orden y el aseo evitaran accidentes, contaminación e incidentes que afecten la seguridad, cortes del sistema, deterioro de materiales, etc. Las instalaciones estarán adaptadas para facilitar el manejo del cloro, la mezcla de soluciones y el ajuste de la dosificación. Por eso es indispensable tener un pequeño depósito en el patio de maniobras del reservorio para guardar el hipoclorito de calcio, y los elementos que usen.

El cloro destruye rápidamente el aluminio, acero, cobre, o acero inoxidable, por tanto es forzoso evitar el uso de equipos compuestos por esos materiales; más bien disponer equipos plásticos para el manipuleo.

La operación es sencilla, la preparación de la mezcla debe hacerse con mucho cuidado, para a evitar inconvenientes provenientes de altas concentraciones, o de concentraciones que no surtan los efectos deseados. La concentración de solución estará entre 1% y 3% de cloro disponible para impedir la formación excesiva de depósitos y sedimentos de calcio. Es menester que el orificio sumergido se mantenga limpio, la dosificación sea adecuada, no se agote la solución del tanque o se debilite, no haya cambio de caudal, por ello se deberá limpiar periódicamente y utilizar si fuera necesario un filtro para retener material particulado. El operador debe revisar los equipos y dosificaciones por lo menos dos veces al día.

La dosis de cloro depende de las pruebas y ajustes que se hagan, teniendo en cuenta que el residual en cualquier punto deberá ser mayor o igual a 0.5 mg/l después de un periodo de contacto de 30 minutos. Para ello puede comenzar la prueba con cantidades de 1%, para un caudal equivalente al transportado según el diseño por la tubería de conducción. Este porcentaje va incrementándose hasta que en la pileta tengamos el residual señalado. En función a este resultado se hace la mezcla en el tanque que está ubicado encima del reservorio y calibran la válvula de descarga.



Cuando tengan definida la concentración final a emplearse por el dosificador, con la siguiente ecuación pueden obtener el volumen de agua de disolución:

$$V_d = \frac{\% \times P}{Cf}$$

$V_d$  = Volumen de agua de disolución

$\%$  = Porcentaje de cloro activo en el producto

$P$  = Peso del sólido de hipoclorito de calcio en Kilogramos.

$Cf$  = Concentración esperada en la solución diluida en gramos/ litro.

Nota: Esta ecuación ha sido presentada por los ingenieros Felipe Solsona y Juan Pablo Méndez

Ejemplo: ¿Cuánta agua necesitamos para mezclar dos kilogramos de hipoclorito de calcio al 70%, para obtener una solución para dosificar con concentraciones de 2%.

¿

Volumen de agua de disolución  $V_d = \frac{\% \times P}{Cf}$

$$V_d = \frac{0.7 \times 2}{0.02}$$

$V_d = 70$  litros de agua

El cuadro siguiente muestra los volúmenes de agua de disolución, tabulados para diferentes cantidades de concentración esperada en la solución diluida en gramos por litro, de hipoclorito de calcio de porcentaje de cloro activo al 70% .

|   |  |   |
|---|--|---|
| Peso<br>Cantidad<br>de<br>hipoclorito<br>de<br>calcio | o<br>de<br>Cantidad<br>de<br>hipoclorito<br>de<br>calcio | Cantidad de agua en litros, para diluir el hipoclorito de calcio, o volumen de agua de disolución |
|   |  | Concentración esperada en la solución diluida en gramos/ litro                                    |

|    | 1%  | 2%  | 3%    |
|----|-----|-----|-------|
| 1  | 70  | 35  | 23.3  |
| 2  | 140 | 70  | 46.6  |
| 3  | 210 | 105 | 70.0  |
| 4  | 280 | 140 | 93.3  |
| 5  | 350 | 175 | 116.6 |
| 6  | 420 | 210 | 140.0 |
| 7  | 490 | 245 | 163.3 |
| 8  | 560 | 280 | 186.6 |
| 9  | 630 | 315 | 210.0 |
| 10 | 700 | 350 | 233.3 |
| 11 | 770 | 385 | 256.6 |
| 12 | 840 | 420 | 280.0 |

Capacidad del tanque de mezcla de hipoclorito de calcio.

El diseño considero que la oferta de agua a la población debería ser de 13.04 l/seg., ó 0.01304 m³/seg. Para una proyección de crecimiento de la población a 20 años.

Tomando en consideración esta oferta, la producción diaria es de 1126.36 m³/día.

$$Capacidad = \frac{Q \times C}{1000}$$

Q= Flujo de la planta en m³/día

C= Dosis de loro promedio en mg/l

Si con los ensayos determinamos por ejemplo que la dosis promedio de cloro es de 1.2 mg/l., los equipos deben conseguirse para el doble de esa dosificación, entonces en este caso sería de 2.4 mg/l.

Aplicando la ecuación expuesta anteriormente:

$$Capacidad = \frac{1126 \times 2.4}{1000} = 2.7 \text{ kg/día}$$

El tanque de mezcla de hipoclorito de calcio para el ejemplo, tendría una capacidad de:

$$\text{Volumen del tanque} = \frac{0.7 \times 2.7}{0.012} = 157.5 \text{ litros}$$

0.7 = Hipoclorito de calcio al 70%

2.7 = Capacidad de dosificación de los equipos

0.012 = Dosis promedio 1.2 mg/l.

### RED DE DISTRIBUCION.

La red de distribución de agua potable, la conforman todas las tuberías, válvulas y accesorios que derivan agua a través de las conexiones domiciliarias a las viviendas. La red de distribución está compuesta por tuberías de diferentes diámetros, válvulas de control, de purga de sedimentos, de compuerta, reductoras de presión, hidrantes y todos los accesorios para formar la red.

### Operación y mantenimiento

Unión de compresión



Unión de reparación



La instalación adecuada de las tuberías de PVC y las buenas prácticas de operación son las mejores medidas de prevención de daños. Sin embargo, si se presenta la necesidad de efectuar reparaciones, se recomienda el uso de las uniones de compresión o las de reparación que se muestran.

Esquemas tomados de guía del participante. Agua potable en zonas rurales. Versión adoptada por proyecto niños. Care Perú

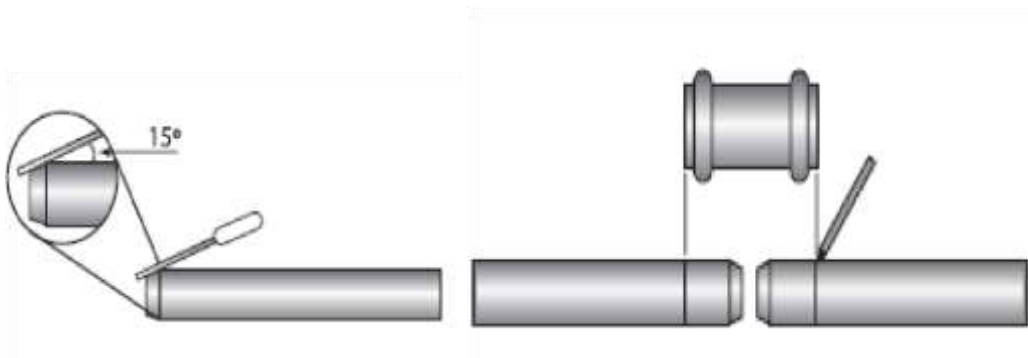


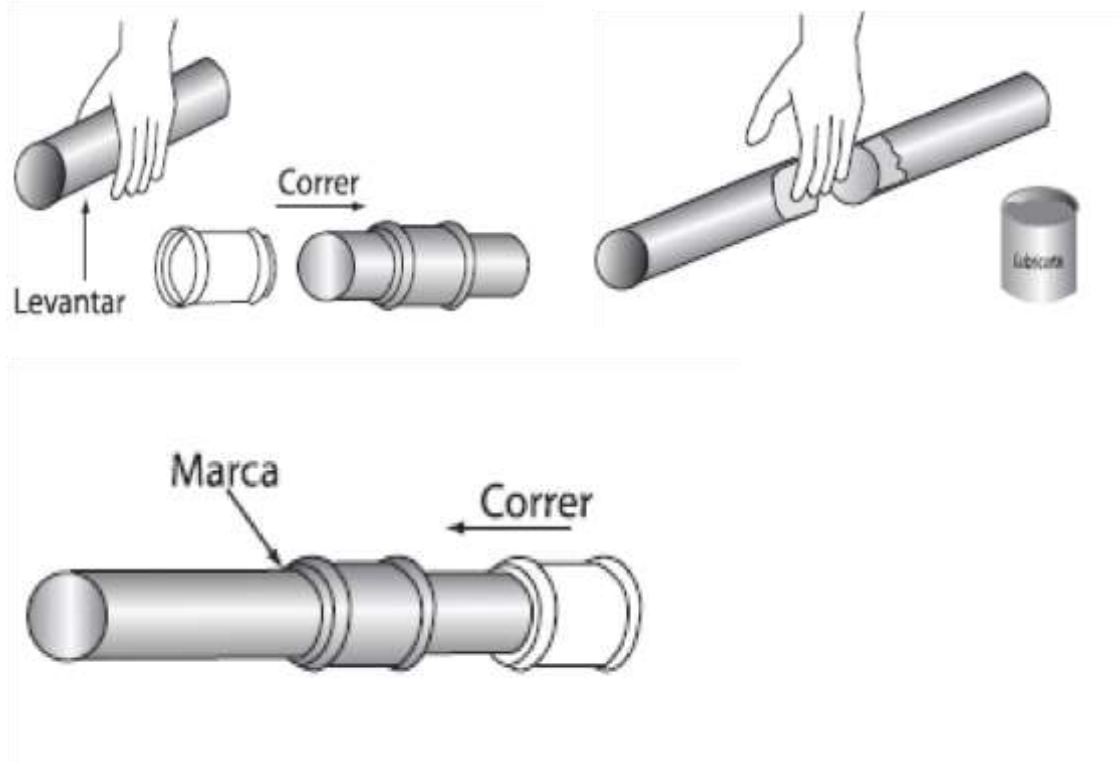
Para reparar las roturas de las tuberías proceden de la siguiente forma:

- Excavan la zanja en la zona que se presume está rota la tubería, hasta llegar a ella.
- Cierran la válvula de compuerta que controla el flujo de agua del tramo.
- Cortan la parte del tubo dañado.

Si el desperfecto o daño es menor de cinco centímetros se usa una sola unión de reparación, que se coloca de la siguiente forma:

Esquemas tomados de Amanco – Manual técnico





Si el tramo de tubería dañado es mayor de cinco centímetros, se utilizan dos uniones y una sección de tubo de longitud apropiada, con las mismas características del tubo dañado (clase, diámetro, etc), para efectuar dos juntas de acuerdo con las ilustraciones de la figura anterior. Se deja una separación de 4 a 6 mm entre los extremos de los tubos acoplados, con el objeto de absorber posibles dilataciones del sistema.

Como la red de distribución esta tendida en el área urbana, es conveniente implementar medidas adicionales de seguridad, para evitar anegamientos, contaminación del agua que puede pasar a otros sectores, o accidentes por la apertura de la zanja en la zona de la avería. Las reparaciones son ocasionales y están en función a los desperfectos o roturas que se vayan presentando. El operador deberá estar atento a los reclamos o información de los usuarios, recorrer por lo menos cada ocho días las redes para comprobar el estado y tener materiales en depósito para proceder a las reparaciones. Cada válvula existente en el sistema tendrá una tarjeta, para consignar la ubicación, el número de vueltas, sentido de rotación, estado en que se encuentra, fecha de las reparaciones, presión de calibración, etc. Son prácticas convenientes en las válvulas de compuerta, abrir o cerrar totalmente cada válvula varias veces con el fin de eliminar depósitos acumulados en el asiento; en las válvulas que presentan fugas por la contratuerca superior, observar si la fuga de agua se debe a que se ha aflojado la

contratuera para ajustarla o se debe al desgaste de la estopa para cambiarla, si la fuga continúa apretando la prensa estopa, hay que verificar la empaquetadura para reemplazarla si fuera necesario. Además, es conveniente verificar que los pernos y tuercas estén suficientemente apretadas, poner aceite de baja viscosidad (basados en silicona) entre el vástago y la contratuerca superior, pintar con anticorrosivo las válvulas y accesorios que estén a la vista en la red de distribución, inspeccionar las cajas de las válvulas para detectar filtraciones, destrucciones externas, o empozamiento alrededor de ellas, tierra acumulada sobre las cajas, etc. Por lo menos una vez al mes limpiar y revisar las cajas de válvulas con el fin de detectar anomalías.

La desinfección de la red de distribución se hará con la desinfección del reservorio, utilizando el compuesto clorado de la tabla consignada en el ítem de reservorios y tomando las precauciones expuestas en él.

### **CONEXIÓN A DOMICILIO Y INTRA DOMICILIARIA DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE.**

La conexión a domicilio es la parte del agua potable y desagüe, comprendida entre las cajas de registro, según sea el caso, colocadas en las veredas de la calle, hasta la conexión con las tuberías de la red de agua potable y la red colectora de desagüe.

La caja de registro o inspección facilita las labores de mantenimiento. En el agua potable resguarda al medidor y a la válvula de control que permite detener el flujo hacia la vivienda cuando es necesario desarrollar reparaciones o ampliaciones; en el desagüe da acceso a la tubería que conecta el desagüe de cada vivienda con la tubería de la red colectora; por eso no deben colocar materiales encima de las cajas de registro, de agua potable y desagüe para tener fácil acceso.

Considerando que la red de agua potable tiene sistema de micro medición en las viviendas y establecimientos públicos, es necesario lecturar los medidores mensualmente para cuantificar el agua que gasta cada familia utilizando la ficha que se expone, además calibrar los medidores cuando presenten lecturas poco congruentes



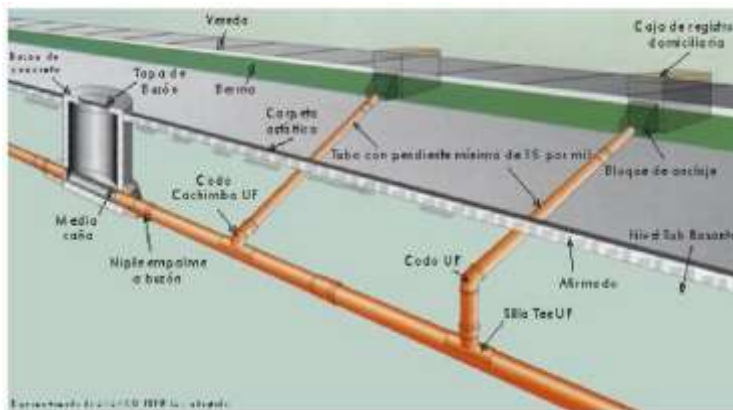


| FICHA DE CONTROL DE CONSUMO DE AGUA EN LAS VIVIENDAS               |                       |                              |                         |                                  |  |  |               |
|--|-----------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|--|---------------|
| Sistema de Agua Potable y Saneamiento del Área Urbana del Distrito |                       |                              |                         |                                  |  |  |               |
| Nombre del Usuario   |                       |                              |                         |                                  |  |  |               |
| Dirección  |                       |                              |                         | Barrio                           |  |  |               |
| C1   | C2                    | C3                           | C4                      | C5                               | C6   | C7   | C8            |
| Fecha de lectura actual  | Lectura actual en M3  | Fecha de la lectura anterior | Lectura anterior en M3  | C2 – C4<br>Consumo o gasto en M3 | Dotación de diseño mensual en M3                         | C6 – C5<br>Diferencia entre dotación mensual y consumo en M3 | Observaciones |
| FICHA DE CONTROL DEL CAUDAL DE AGUA EN LAS ESTRUCTURAS             |                       |                              |                         |                                  |  |  |               |
| Sistema de Agua Potable y Saneamiento del Área Urbana del Distrito |                       |                              |                         |                                  |  |  |               |
| Nombre de la Estructura  |                       |                              |                         | Estructura anterior con medidor  |  |  |               |
| Localización en coordenadas  |                       |                              |                         | NORTE                            |  | ESTE   |               |
| C1   | C2                    | C3                           | C4                      | C5                               | C6   | C7   | C8            |
| Fecha de lectura actual  | Lectura actual en m3. | Fecha de la lectura anterior | Lectura anterior en m3. | C2 – C4<br>Caudal medido en m3.  | Caudal medido en m <sup>3</sup> .<br>estructura anterior | C6 – C2<br>Diferencia entre caudal enviado y caudal          | Observaciones |

|  |  |  |  |  |  |               |  |
|--|--|--|--|--|--|---------------|--|
|  |  |  |  |  |  | medido<br>m3. |  |
|--|--|--|--|--|--|---------------|--|

En la conexión del desagüe, cada año debemos vaciar por lo menos diez baldes de agua de cinco litros cada uno por la caja de registro para comprobar si hay atoros entre el tramo de la conexión domiciliaria con la tubería de la red colectora; si el agua pasa normalmente es un indicador de que no hay atoros, también podemos comprobarlo insertando la guaya por la caja de registro hasta el tubo de la red colectora. En caso de que existiera atoro, procedemos con la guaya, como en el ítem de instalaciones interiores.





Par comprobar que la cachimba o silla TEE está en su posición, o se despegó de la tubería de la red colector; y la tubería de la conexión a domicilio esta desplazada del hueco de entrega, medimos la longitud aproximada de la tubería entre la caja de registro y la tubería de la red colector (no olvidar que la tubería esta inclinada y por consiguiente tiene mayor longitud), insertamos la guaya para comprobar el alineamiento, girándola a través del diámetro de la tubería , en caso de que no pase o notemos una irregularidad, excavamos un hoyo encima de la cachimba para colocarla o reemplazarla , después de colocada tapamos nuevamente el hoyo excavado, compactando adecuadamente el material. También puede efectuarse la prueba de la bola, para determinar si llega al buzón más cercano aguas abajo y no se ha desplazado; la bola debe ser de material suave y compacto.

Cuando realizan obras de pavimentación en la calle, el paso de la maquinaria pesada puede ocasionar la rotura de la tubería si es de mala calidad; antes de que se tienda la carpeta o pavimento es importante comprobar el estado de la tubería, insertando una guaya hasta la tubería de la red colector, girando la guaya de los bordes al centro y viceversa. En caso de detectarse alguna rotura, excavar la zanja encima de la tubería y proceder a repararla.



### INSTALACIONES INTRA DOMICILIARIAS.

Las instalaciones interiores de agua potable y desagüe, comprenden el conjunto de tuberías, accesorios, aparatos sanitarios, e instalaciones sanitarias especiales, dispuestas al interior de la vivienda, que entregan el agua potable a los usuarios en los aparatos instalados, decarpcionan y llevan los sólidos con las aguas residuales hasta la caja de registro instalada por lo general en la vereda.

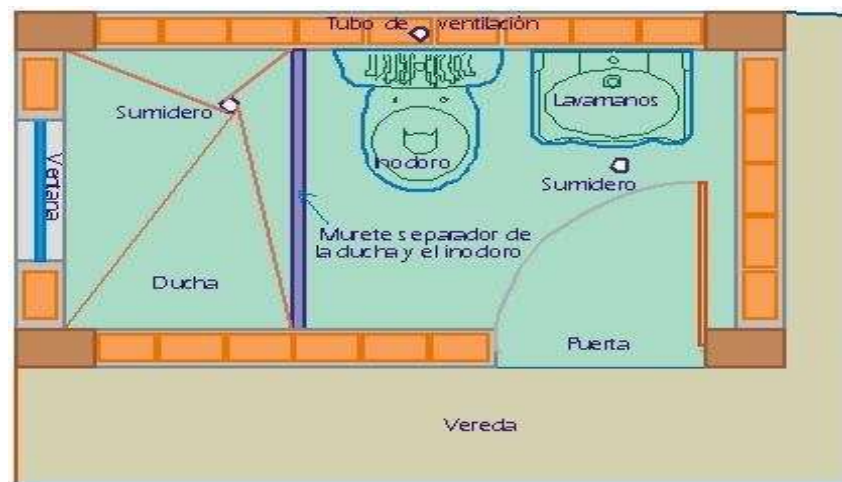


Los aparatos sanitarios deberán instalarse en ambientes adecuados, con amplia iluminación y ventilación, considerando los espacios mínimos para su uso, limpieza, reparación, e inspección. En los servicios sanitarios para uso público, los inodoros deberán instalarse en espacios independientes de carácter privado. En las edificaciones de uso público se deben considerar servicios sanitarios para discapacitados.

Todo núcleo básico de vivienda unifamiliar deberá estar dotado, por lo menos: de un inodoro, una ducha y un lavadero.

Las casas habitación o unidad de vivienda, deberán estar dotadas por lo menos de un servicio sanitario que cuente con un inodoro, un lavatorio y una ducha. La cocina con un lavadero.

En los locales comerciales con un área de hasta 60 metros cuadrados se dispondrá por lo menos de un servicio sanitario dotado de inodoro y lavatorio.



## RECOMENDACIONES PARA EL USO ADECUADO DE LOS SERVICIOS SANITARIOS

La instalación de agua potable deberá estar dotada de suficientes válvulas de control para controlar el flujo en caso de averías. La instalación de desagüe dentro de la vivienda, deberá estar dotada de suficiente número de elementos de registro, a fin de facilitar su limpieza y mantenimiento.

Todo punto de contacto entre el sistema de desagüe y los ambientes (sanitario, lavamanos, lavador de cocina, etc.) deberá estar protegido por un sello de agua con una altura no inferior de 5 centímetros, ni mayor de 10 centímetros, contenido en un dispositivo apropiado (trampa o sifón)

### Uso

En la vivienda no debe desperdiciarse el agua potable, se consume el agua suficiente para satisfacer las necesidades de cada usuario, el desperdicio del agua en la vivienda, origina desabastecimiento en otras. Por ello deben repararse las averías sobre todo en los grifos y en las tuberías, cerrar los grifos cuando no requieran agua y revisar los tanques de almacenamiento.

- El agua potable en la vivienda sirve para beber, preparar alimentos, lavar la ropa, bañarnos, lavar las manos, regar plantas en maceteros con un balde, dar de beber a pequeños animales domesticos y asear la vivienda. Por eso el usuario tiene una serie de responsabilidades en el uso como no dejar el grifo conectado a una manguera porque se desperdicia y contamina, cerrar el caño despues de usarlo, no regar áreas de cultivo, etc.
- Para proteger los aparatos sanitarios, no orine por fuera de la taza, tampoco debe subirse a ella para realizar las necesidades corporales.



- Coloque el papel higiénico usado en el depósito de basura.
- Descargue el tanque del inodoro cada vez que se deposita orina o excretas.
- Si se afeita recoja los pelos en un papel y colóquelos en el depósito de basura. □ Utilice la crema dental sobre el cepillo de dientes, no la derrame en el lavatorio, si fuera el caso dilúyala con un poco de agua para que no se pegue. Para enjuagarse la boca utilice un vaso con agua.
- No derrame agua sobre el piso, cuando se lave parcialmente, puede ocasionar un accidente.
- Mantenga la ducha cerrada cuando no se utilice.
- Cuando se bañe, no deje fluir el agua en la ducha si no es necesario. Seque el piso húmedo cuando termine de bañarse, para evitar la proliferación de hongos.
- En el baño, mantenga una toalla limpia. Antes de salir, lávese las manos con agua y jabón.
- Por el lavador de cocina no eche residuos de comida al desagüe, lave los insumos para preparar los alimentos utilizando un cernidor.

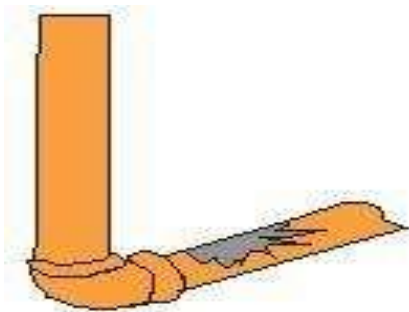
### Mantenimiento

- Los grifos son los accesorios que presentan mayor inconveniente en las instalaciones interiores de agua potable, tienden a gotear o por desperfectos en la empaquetadura a dejar pasar el agua sin control, por eso es recomendado verificar cada dos meses su estado para realizar las correcciones necesarias. Es importante tener en cuenta que un grifo abierto las 24 horas consume aproximadamente 10,000lts de agua potable. De igual manera el tanque del inodoro ocasiona desperdicio por desperfectos en los accesorios como se menciona más adelante.
- Siempre que sea necesario utilice el destaponador (bombín) y el erizo para limpiar el inodoro y evitar olores desagradables en él.
- Lave el inodoro frecuentemente escobillando con detergente y desinfectando con lejía.
- Limpie con cepillo circular (erizo) el interior del inodoro para evitar la formación de sarro.
- Por dentro de la taza, puede utilizar productos químicos. Use guantes.
- Retire los cabellos que se puedan juntar en los sumideros, no eche sachets, papel, condones, etc.; y limpie las ventanas.

- Frote el lavatorio con detergente y un trapo húmedo.
- Cuando el depósito de basura se llene, recoja los papeles en una bolsa, cierre la bolsa y deposítela en un lugar adecuado para su eliminación
- Mantenga limpio los servicios higiénicos. Lave piso y paredes con agua y detergente, escobille, desinfecte con lejía y séquelo con un trapo.
- Repare las averías en los grifos y en las tuberías que conducen agua potable.

## DESPERFECTOS Y SOLUCIONES EN LAS INSTALACIONES INTERIORES SANITARIAS DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE

### Tuberías



Tubería rota



La tubería se obstruye debido al ingreso de sólidos, por el mal uso de los aparatos e instalaciones sanitarias. Para movilizar los sólidos en la tubería y permitir el paso de las aguas residuales, se utiliza una guaya. El operador mete la guaya por un extremo de la tubería hasta encontrar la obstrucción, luego la gira en sentido horario y tira hacia afuera, repitiendo el procedimiento hasta que destapone el tubo, para permitir el paso de las aguas residuales.



Cuando se rompe la tubería, es probable que el terreno este asentándose, que reciba un golpe exterior, o que no esté colocada adecuadamente. La reparación es mejor que la haga el operador capacitado. Algunas veces aparece humedad en el piso, paredes, techo o patios, producto de filtraciones por rotura de la tubería. Estas filtraciones son difíciles de localizar, debido a que el agua va buscando la parte más débil por donde fluir y a veces no aparece en el punto donde comienza la fuga; en patios es probable que se infiltre y aparezca la humedad cuando el suelo este saturado de agua residual. Para solucionar el problema es necesario detectar el lugar de la fuga en base a experiencia, porque para corregirlo, es preciso en pisos y paredes interiores, romper la mayólica, el concreto o el ladrillo, y en los techos las losas. La reparación debe hacerla el operador capacitado.

### Grifos o caños

El mercado produce diferente tipo de grifos o caños, en todo caso las averías que se producen en ellos son causa común de desperdicio de agua potable. En las zonas altas como, es común por las bajas temperaturas que colapsen, porque el agua se congela en ellos aumentando de volumen, para ello es conveniente cerrar las válvulas de paso y dejar el grifo abierto con el fin de desocupar el agua de él o cubrirlo suficientemente para mantener la temperatura.

En el grifo que muestra la foto es común el desgaste de la empaquetadura de asiento, produciendo goteo de agua por la dificultad de cerrar la llave herméticamente. Siendo conveniente cambiarla tan pronto detecten el problema, tal como lo expresa las fotos que a continuación se exponen.



Esquemas copiados de la guía del participante, versión adaptada por el proyecto niño Care Perú.



### Ventilación del desagüe



La ventilación tiene por finalidad preservar los sellos hidráulicos en cada una de las unidades del sistema y mantener la presión atmosférica. Para la ventilación individual de aparatos sanitarios, el diámetro de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del conducto de desagüe al cual ventila y no menor de dos pulgadas. El tubo de ventilación debe llevarse hasta un lugar ventilado, como el techo, ahí se tapa con un sombrero de ventilación para que no ingrese agua en época de lluvia y las personas no introduzcan fácilmente elementos extraños por la parte superior que podrían obstruir la tubería de desagüe y ventilación. La obstrucción de la tubería de ventilación se produce generalmente al introducir objetos sólidos por la parte superior, por la rotura de la tubería que se eleva por encima del techo, o no tiene sombrero de ventilación. En edificaciones pequeñas pueden desatorar la tubería, metiendo un gancho que permita extraer el objeto por la parte superior o localizarlo, para romper el muro o la parte de la estructura donde está el taponamiento. La reparación consiste en cortar el tubo, sacar el objeto, nuevamente unir el tubo y reparar la estructura.



## CAJAS DE REGISTRO Y TANQUETAS COLECTORAS

Estas pequeñas estructuras son de fácil mantenimiento. Sirven para desatorar las tuberías, juntar dos o más ramales y facilitar la inspección. Ocasionalmente pueden escapar malos olores por la junta entre la tapa y la caja o tanqueta, en este caso es necesario sellar con un empaque o asfalto, la unión entre la tapa y la caja o tanqueta.

Si presenta afluencia de sedimentos es posible que la tubería colectora de aguas de lluvia esté conectada al sistema de desagüe o que ingresen sedimentos por una caja de registro colocada en un patio sin pavimento. Determinado el problema se corrige, separando los colectores de agua de lluvia, o sellando adecuadamente la tapa. Asfalto, la unión entre la tapa y la caja.



Caja de registro



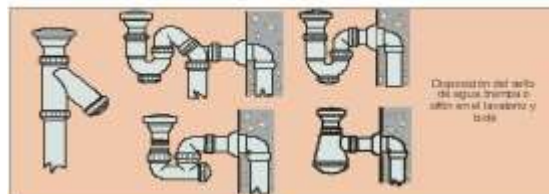
Caja de registro en mal estado



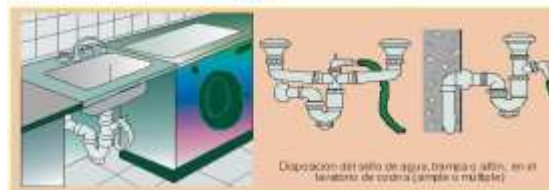
Lavatorio o fregadero

Inodoro con sello de agua

Bidete



Disposición del sello de agua, trampa o sifón, en el lavatorio y bidete



Disposición del sello de agua, trampa o sifón, en el lavatorio de cocina (simple o múltiple)

### Accesorios de uso común en instalaciones interiores de desagüe



### Inodoro de tanque

Está compuesto por dos elementos, la taza y el tanque. En el tanque se instalan accesorios como el surtidor y la válvula de descarga, para controlar el ingreso, almacenar y descargar el agua hacia la taza, con el fin de evacuar los residuos corporales de los usuarios. El surtidor permite el llenado del tanque y funciona generalmente accionado mediante una válvula flotadora con boya.



Tanque lleno de agua. La boya horizontal cierra el paso del agua.



Tanque después de la descarga, con la boya inclinada, lo que permite el ingreso del agua.

Si el tanque no se llena, es conveniente revisar los accesorios que permiten el libre desplazamiento del brazo del surtidor. Cuando se malogra, es preciso cambiar el surtidor, con el fin de mantener el agua necesaria para descargarla a la taza siempre que se use el inodoro. Para cambiar el surtidor debe cortar el agua cerrando la llave de paso que da al aparato sanitario, luego desconectar la tuerca que fija la canilla o chicote de suministro al surtidor, sacar el surtidor y colocar uno nuevo. La tuerca fija nuevamente la canilla o chicote de suministro, y vuelve a fluir el agua abriendo la llave de paso.

Es necesario evitar el desperdicio de agua que se produce cuando la boya no funciona adecuadamente porque se traba y no cierra el surtidor. Debe revisar la boya y en general la válvula flotadora; sustituir la boya en caso de detectar agua en su interior, o doblar ligeramente el brazo que la sujeta, para que no sea obstaculizado por ningún elemento cuando baja en el momento de la descarga del agua, o sube en el momento de llenado del tanque. En caso de que la boya esté libre, es indispensable desmontarla para cambiar el empaque, lubricar el surtidor o cambiar la válvula.





Ocasionalmente la válvula de descarga no cierra porque el tapón no sella la salida del flujo de agua. Para solucionar el desperfecto es preciso revisar el estado del tapón y sustituirlo según el caso. Si es de plástico con empaquetadura de caucho es mejor cambiarlo. Si la válvula es de bronce se revisan las guías para ver si están desalineadas, y se acomodan.

Cuando el tanque pierde agua por la base del surtidor ajustamos las tuercas que sujetan el tanque con la taza, o colocamos otra empaquetadura.

Periódicamente revisamos el nivel del agua en el tanque para que la descarga sea apropiada con el fin de que la taza limpie bien. Si el nivel del agua no se mantiene en el tanque hay que destapar la pieza presionando repetidas veces sobre el fondo con un bombín; o cuando el tanque no descarga destapar la pieza succionándola mediante el bombín.

### Sifones, trampas o sellos hidráulicos



Los aparatos sanitarios deben tener un sifón o trampa, integrado o colocado como un accesorio. En los inodoros por lo general está incorporado a la taza. En los lavamanos y otros aparatos sanitarios se coloca como un accesorio.

El sifón o trampa evita que los malos olores generados dentro de las tuberías pasen a los espacios interiores de la vivienda contaminándolos. La función del sifón o trampa, es retener una cantidad de agua para que actúe como sello. En los sifones o trampas, cuando el aparato sanitario no tiene uso, o su uso es limitado, el agua del sello de la trampa tiende a perderse por evaporación por lo que es conveniente colocar kerosene en vez de agua, hasta que vuelva el aparato sanitario al uso normal.

Cuando el sifón o trampa comienza a taparse, el agua desaparece lentamente, en este caso es necesario limpiar el sifón o trampa con una guaya o desmontarlo para retirar el material sólido.

Si ocurre pérdida de sello de agua por aspiración o succión, a de reponerse el sello vertiendo agua frecuentemente en el sifón.

Si el sifón o trampa gotea por la tapa inferior, es preciso enroscarla y asegurarla poniendo cinta teflón y un formador de empaquetadura, o cambiándola en caso de que los hilos de la rosca estén malogrados.

### **Lavandería o lavador de ropa**

Debe tener un sumidero a la salida de la descarga del agua residual, con el fin de que no pasen a la tubería de desagüe elementos extraños que pudieran encontrarse en la ropa. La persona que usa la lavandería debe revisar la ropa, antes de proceder a utilizar el lavador. En caso de atoros puede proceder de la misma forma que para el lavamanos.

### **Lavamanos**

Cuando el lavamanos no descarga el agua residual y ésta empoza, podemos utilizar el bombín o chupón de goma colocándolo encima del orificio del sumidero, presionando contra él varias veces, hasta que comience a fluir el agua normalmente por la tubería de descarga. Esta operación la puede realizar con el uso de productos químicos recomendados, aplicándolos en el orificio y protegiendo las manos con guantes de caucho o un elemento plástico.



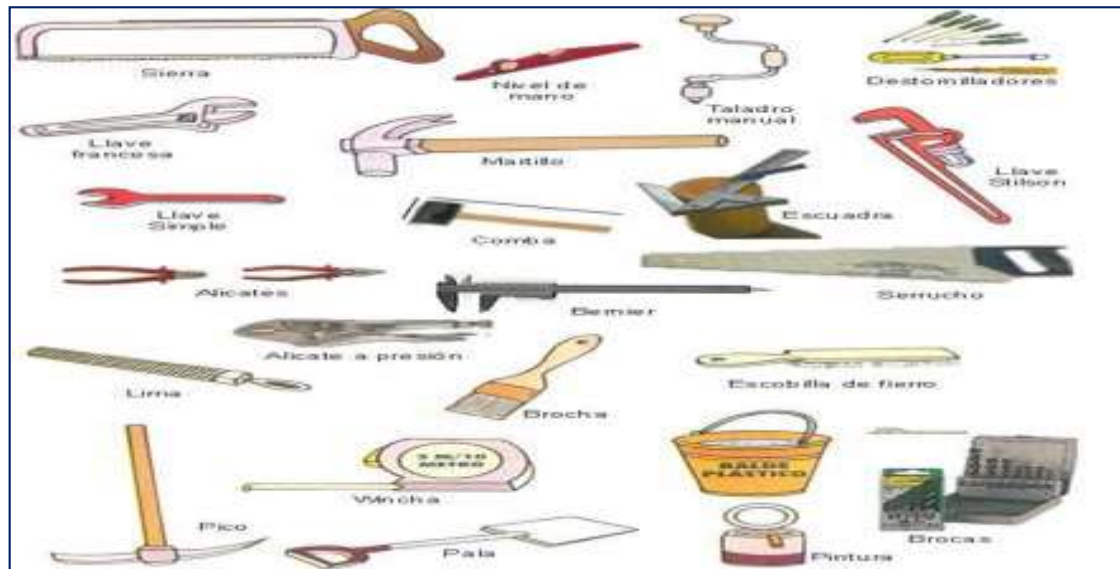
Si el chupón (bombín) o el producto químico no surte efecto, se utiliza la guaya flexible con el procedimiento empleado para desatorar tuberías; también puede abrir la tapa de la parte inferior del sifón si la tiene; o desmontar el sifón o trampa.

### **LAVADOR DE COCINA**

El lavador de cocina no descarga el agua residual generalmente por el ingreso de materias grasas como aceite cuando no tiene trampa de grasa, o de residuos sólidos, o partes de comida por la tubería de desagüe. Por eso es conveniente que se coloque en la parte baja del lavador un sumidero, y que el usuario tenga cuidado al momento del lavado de los utensilios de cocina y de los productos que utiliza para la elaboración de alimentos. Para desatorar la tubería de desagüe pueden utilizar los procedimientos empleados en el lavamanos, cuidando de que, si utilizan productos químicos, éstos no sean tóxicos, los apliquen exclusivamente en el orificio de salida del agua residual, y laven el lavador con agua suficiente y detergente para desaparecer cualquier efecto nocivo.

### **HERRAMIENTAS MANUALES PARA EL MANTENIMIENTO**





**TARJETA DE MONITOREO E INCIDENCIAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.**

| Tarjeta de inspección               |                    |               |  |            |            |
|-------------------------------------|--------------------|---------------|--|------------|------------|
| Día                                 |                    | Mes           |  | Año        |            |
| Operador                            |                    |               |  |            |            |
| <b>Obras de captación</b>           |                    |               |  |            |            |
| Parte de la obra                    | Tipo de inspección |               |  |            |            |
|                                     | Operación          | Mantenimiento |  | Reparación | Lectura de |
| Captación uno                       |                    |               |  |            |            |
| Captación dos                       |                    |               |  |            |            |
| Patio de maniobras                  |                    |               |  |            |            |
| Puente peatonal                     |                    |               |  |            |            |
| Caja porta medidores y de válvulas. |                    |               |  |            |            |
| Comentarios                         |                    |               |  |            |            |



| <b>Línea de Conduc ción</b>                |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
| Cámara de reunión                          |  |  |  |  |  |
| Válvula de purga de aire                   |  |  |  |  |  |
| Válvula de purga de sedimentos             |  |  |  |  |  |
| Cruce de río, estructura metálica          |  |  |  |  |  |
| Cámara rompe presión                       |  |  |  |  |  |
| Válvula de control                         |  |  |  |  |  |
| Cruce del río Sifón                        |  |  |  |  |  |
| Tubería                                    |  |  |  |  |  |
| Comentarios                                |  |  |  |  |  |
| <b>Reservorio y Sis tema de Clor ación</b> |  |  |  |  |  |
| Reservorio                                 |  |  |  |  |  |
| Patio de maniobras                         |  |  |  |  |  |
| Medidores                                  |  |  |  |  |  |
| Filtro de dis co                           |  |  |  |  |  |
| Caja porta medidores y de válvulas         |  |  |  |  |  |
| Protección de                              |  |  |  |  |  |



|   |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|
| tuberías y accesorios   |  |  |  |  |  |
| Patio de maniobras y cerco perimétrico  |  |  |  |  |  |
| Muro de contención de la parte posterior del patio.   |  |  |  |  |  |
| Tanque de mezcla de hipoclorito de calcio.  |  |  |  |  |  |
| Tuberías:<br>Abastecimiento de agua al tanque de mezcla. Descarga de mezcla al reservorio. Toma de muestras |  |  |  |  |  |
| Válvulas y accesorios del tanque de mezcla  |  |  |  |  |  |
| Estructura de sostenimiento del tanque  |  |  |  |  |  |
| Equipos de seguridad personal para manipular  |  |  |  |  |  |



|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
| hipoclorito de calcio                              |  |  |  |  |  |
| Almacenamiento del Stock de hipoclorito de calcio. |  |  |  |  |  |
| Materiales y herramientas en reserva               |  |  |  |  |  |
| Medición de porcentaje de cloro.                   |  |  |  |  |  |
| Comentarios  |  |  |  |  |  |
| <b>Red de distribución de agua Potable</b>         |  |  |  |  |  |
| Tuberías de distribución                           |  |  |  |  |  |
| Válvulas de purga de sedimentos                    |  |  |  |  |  |
| Válvulas de control                                |  |  |  |  |  |
| Válvulas reguladoras de presión                    |  |  |  |  |  |
| Hidrantes  |  |  |  |  |  |



|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
| Medición de cloro residual por muestreo, en conexiones públicas y privadas, con apoyo del Minsa. |  |  |  |  |  |
| Comentarios  |  |  |  |  |  |
| <b>Conexión domiciliar de agua potable</b>   |  |  |  |  |  |
| Tubería de conexión domiciliar   |  |  |  |  |  |
| Caja de protección del medidor y la válvula  |  |  |  |  |  |
| Lectura de medidores   |  |  |  |  |  |
| Nuevas conexiones  |  |  |  |  |  |
| Comentarios  |  |  |  |  |  |
| <b>Conexión domiciliar de Eliminación de Excretas</b>  |  |  |  |  |  |
| Caja de registro   |  |  |  |  |  |
| Tubería de conexión a la red colectora   |  |  |  |  |  |
| Nuevas conexiones  |  |  |  |  |  |



|            |  |
|------------|--|
| Comentario |  |
|------------|--|

Estas tarjetas pueden manejarlas por separado para cada unidad: Captaciones - Línea de conducción - Reservorio y sistema de cloración-

Tubería de distribución – Conexión domiciliaria de agua potable – Conexión domiciliaria de desagüe – Red colectora.

### **ELABORACIÓN DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

La administración del Sistema de agua y saneamiento y los operadores, deben reunirse con el apoyo de un técnico en el mes de noviembre, para establecer el plan de operación y mantenimiento del año siguiente.

Este plan debe basarse en la información recogida durante el año, con las proyecciones para corregir las deficiencias y dar el servicio en cantidad y calidad suficiente.

Las acciones principales a desarrollar son:

- Evaluación de cada una de las obras del sistema.
- Evaluación de operadores.
- Estado de almacén: Saldos de materiales, básicos en almacén, estado de conservación y fecha de vencimiento de insumos, Herramientas, Equipos y Equipos de seguridad.
- Evaluación de equipos instalados en el sistema: Medidores de caudal, Válvulas reguladoras de presión, Manómetros, Válvulas de purga, Válvulas de aire, Filtro de disco, Equipo de ensayo de cloro, Válvulas de control y Rejas.
- Presupuesto para compra de insumos, repuestos, herramientas, reposición de equipos y equipos de seguridad personal, Presupuesto para el pago de operadores y Presupuesto para el pago de personal adicional para mantenimiento si está programado.
- Programación de Operación de las obras.
- Programación del mantenimiento de las obras.

- Confeccionar el tablero de operación y mantenimiento.

La reunión debe ser ágil, práctica, con información pre organizada y presupuestos compatibles con la zona: las cuotas familiares y/o el aporte del municipio.

### Unidades de conversión

| Volumen                |                     |               |
|------------------------|---------------------|---------------|
| Metros cúbicos         | Pies cúbicos        | 35.31467      |
| Pies cúbicos           | Metros cúbicos      | 0.028316845   |
| Centímetros cúbicos    | Pulgadas cúbicas    | 0.061102374   |
| Pie cúbico             | Litros              | 28.316        |
| Pulgadas cubicas       | Centímetros cúbicos | 16.38704      |
| Galón USA              | Litros              | 3.7854        |
| Litro                  | Galón USA           | 0.2642        |
| Metros cúbicos         | Litros              | 1000          |
| Pint (1/8 de galo USA) | Litros              | 0.47317       |
| Barril de petróleo     | Galón               | 42            |
| Barril de petróleo     | Litros              | 158.98        |
| Longitud               |                     |               |
| Para convertir         | En                  | Multiplíquese |
| Metros                 | Milímetros          | 1,000         |
| Metros                 | Pies                | 3.280840      |
| Centímetros            | Pulgadas            | 0.3937008     |
| Pulgadas               | Centímetros         | 2.54          |
| Milímetros             | Pulgadas            | 0.03937008    |
| Temperatura            |                     |               |
| Grados                 | Grados Kelvin       | Grados        |
| Grados                 | Grados Fahrenheit   | Grados        |
| Grados Kelvin          | Grados centígrados  | Grados Kelvin |

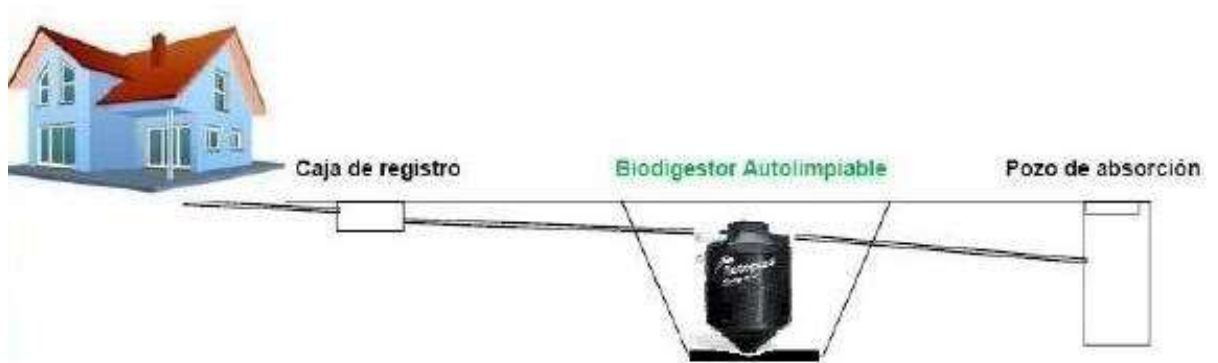
| Presión        |    |                   |
|----------------|----|-------------------|
| Para convertir | En | Multiplíquese por |
|                |    |                   |

|                                    |                           |          |
|------------------------------------|---------------------------|----------|
| Mega pascales                      | Bares                     | 10       |
|                                    | Kilogramos por centímetro | 10.2     |
|                                    | Kilo pascales             | 1000     |
|                                    | Pascales                  | 1000000  |
|                                    | Metros de columna de      | 101.97   |
|                                    | Atmosfera técnica         | 10.2     |
|                                    | Milímetros de mercurio    | 7500.64  |
|                                    | Libras por pulgada        | 145.04   |
| Kilogramos por centímetro cuadrado | Bares                     | 0.98     |
|                                    | Mega pascales             | 0.1      |
|                                    | Kilo pascales             | 98.07    |
|                                    | Pascales                  | 98066.52 |
|                                    | Metros de columna de agua | 10       |
|                                    | Atmosfera técnica         | 1        |
|                                    | Milímetros de mercurio    | 735.56   |
|                                    | Libras por pulgada        | 14.22    |
| Bares                              | Kilogramos por centímetro | 1.02     |
|                                    | Mega pascales             | 0.1      |
|                                    | Kilo pascales             | 100      |
|                                    | Pascales                  | 100000   |
|                                    | Metros de columna de      | 10.2     |
|                                    | Atmosfera técnica         | 1.02     |
|                                    | Milímetros de mercurio    | 750.06   |
|                                    | Libras por pulgada        | 14.5     |

Estas conversiones son útiles dado que los manómetros tienen por lo general unidades de medida en Bares, libras por pulgadas de agua (PSI), metros de columna de agua, o Kilogramos por centímetro cuadrado.



| Caudal             |                      |                   |
|--------------------|----------------------|-------------------|
| Para convertir     | En                   | Multiplíquese por |
| Metro cúbicos por  | Litros por segundo   | 1000              |
| Litros por segundo | Litros por día       | 86400             |
| Galones por        | Litros por segundo   | 3.7854            |
| Potencia           |                      |                   |
| HP                 | Kilowatt             | 0.74570           |
|                    | Wat                  | 745.700           |
|                    | Calorías por segundo | 170.266           |
|                    | Caballos de vapor    | 1.015             |



## GUIA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BIODIGESTORES

Un sistema de biodigestores tiene como objetivo mejorar el tratamiento de las aguas negras. Sustituye de manera más eficiente los sistemas tradicionales como: fosas sépticas de concreto y letrinas, las cuales son focos de contaminación al agrietarse las paredes y saturarse. Este sistema de tratamiento es higiénico, seguro y económico en su mantenimiento, debido a que no necesita ningún equipo mecánico y eléctrico para su limpieza. El biodigestor no debe descargar directamente en algún cuerpo receptor como ríos, pozos de agua o alguna otra corriente; es necesario preparar un campo o bien un pozo de absorción.

### Partes que componen un sistema de biodigestores

#### 1. Retrete (Inodoro con estanque)

Se denomina retrete o inodoro al elemento sanitario utilizado para recoger y evacuar los excrementos humanos hacia la instalación de saneamiento (biodigestor) y que mediante

un cierre de sifón de agua limpia impide la salida de los olores hacia los espacios habitados.

## **2. Tuberías:**

Son conductos de forma circular por donde se transporta el agua, en este caso proveniente del inodoro. La tubería utilizada en sistemas de biodigestores es de PVC.

## **3. Caja de registro**

Caja que permite la conexión del inodoro o retrete con el biodigestor. Son las cajas en el piso, en las cuales se unen diferentes tuberías. Son excelentes puntos para monitorear el funcionamiento del sistema, así como facilitar el acceso para tareas de limpieza.

## **4. Biodigestor**

Un biodigestor es un tanque de diseño especial y ecológico que aprovecha la digestión anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de las bacterias para transformar el excremento humano en biogás y fertilizante.

## **5. Caja de lodos**

Es la caja donde se ubica la válvula de lodos, la cual sirve para extraer los lodos depositados en el fondo del biodigestor.

## **6. Pozo de absorción**

El agua ya tratada en el biodigestor debe de ser descargada a un colector municipal; en su defecto, los pozos de absorción sirven para filtrar de nuevo el agua hacia el suelo. Los pozos deben tener una tapadera de chequeo en el brocal para verificar el nivel de absorción.

## **7. Campo de absorción**

Consiste en una excavación no muy profunda en forma de zanja, por donde se atraviesa tubería perforada que dirige el agua tratada para que se absorba en el terreno.

## **IMPORTANCIA DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE BIODIGESTORES**



El sistema de biodigestores es un bien de alto costo, pero a su vez de gran beneficio para el usuario. Un adecuado proceso de operación y mantenimiento nos permite:

- Mantener baños limpios.
- Contribuir a la duración de las instalaciones y artefactos sanitarios. □ Evitar filtraciones que pueden ocasionar daños a la infraestructura.

Si al sistema de biodigestores no se le da mantenimiento o se le da mantenimiento insuficiente tiene como consecuencia:

- El desaseo y desorden de instalaciones sanitarias.
- Mayores costos de mantención tanto por limpieza como por deterioro de las estructuras.
- Condiciones sanitarias insuficientes, incrementando la posibilidad de contraer enfermedades principalmente en los niños.
- Reducir la vida útil de instalaciones y artefactos sanitarios, significando un gran costo ya sea por reparación o reposición.