
CAPITULO IX

ASPECTOS AMBIENTALES

9.1 TRATAMIENTO DE AGUAS

Las aguas naturales raramente son de calidad satisfactoria para el consumo humano o el uso industrial y casi siempre deben ser tratadas. El nivel de tratamiento necesario dependerá de cuan aceptable o pura sea el agua natural

El agua dulce bruta se extrae de los ríos, lagos u origen subterráneo y se trata hasta los estándares aceptables para el consumo humano o las necesidades industriales. Algunas fuentes de agua subterránea son tan puras que no necesitan tratamiento alguno, aunque cuando se utilizan para abastecimiento público, las autoridades hidráulicas locales (públicas y privadas) tienden a aplicar un proceso de desinfección, aunque esto es prioritariamente para la desinfección de la red de distribución.

Los objetivos del tratamiento de agua son producir:

- Agua que sea segura para el consumo humano
- Agua que sea estéticamente atractiva al consumidor
- Agua a un costo razonable

El tratamiento estándar es el conjunto de procesos unitarios que reducen el color, la turbidez y las impurezas a niveles aceptables. Al hacerlo así, se producen ventajas adicionales, tales como reducciones en hierro y manganeso, reducciones en algas, en patógenos, etc. Se puede considerar que el tratamiento estándar consiste en los siguientes procesos unitarios:

- Sedimentación
- Coagulación y floculación
- Sedimentación de partículas floculadas
- Filtración

9.1.1 Sedimentación: General

La sedimentación es por definición la separación Sólido-líquido, una decantación por gravedad para separar los sólidos en suspensión (Reynolds,1982). En tratamiento de aguas los procesos de sedimentación utilizados son:

Tipo I. Para sedimentar partículas discretas no floculadas en una suspensión diluida. Esto puede presentarse debido a la decantación de aguas superficiales antes del tratamiento por filtración de arena

Tipo II. Para sedimentar partículas floculadas en una suspensión diluida. Esto puede presentarse después de la coagulación química y floculación donde las partículas no discretas se les ayuda químicamente a coagular

Otros tipos de sedimentación son combinaciones de I y II.

Sedimentación de partículas discretas tipo I.

Los tanques o cubas de decantación son de dos tipos: rectangulares y circulares. Tienden a tener una relación de longitud –ancho de alrededor de 2 una profundidad del orden de 1.5 a 6 m. En la base del lado aguas arriba se coloca una poceta de extracción de lodos, y el lodo se conduce hasta ella por unas tablillas o rasquetas

Sedimentación de partículas floculadas tipo II.

La sedimentación tipo II como se dijo es la sedimentación de grupos de partículas floculadas, estas son partículas que son ayudadas químicamente para reunirse y formar partículas grandes y así decantar. La coagulación es el primer proceso de añadir el producto químico coagulante que cambia la carga eléctrica de las partículas (coloides) y por lo tanto las hace susceptibles para la agregación. La floculación es el segundo proceso de obtener la mezcla coagulada para formar flóculos mayores. Mientras las partículas están sedimentando también están floculando y así aumentan en tamaño y en masa durante la sedimentación.

9.1.2 Coagulación

La materia particulada en suspensión tiene una gama de tamaños de 10^{-7} a 10^{-1} mm. Los coloides de arcilla inorgánicos oscilan en tamaño de 10^{-6} a 10^{-3} mm. y forman el componente mayoritario de las partículas en suspensión, el componente minoritario constituyen los microorganismos y los coloides orgánicos. La mayoría de las partículas en suspensión tiene una carga negativa, esto significa que se repelen unas a otras y así se mantienen en suspensión, las partículas que se mantienen en suspensión se dicen que son estables, el coagulante aporta iones con carga positiva, cambia la carga electrostática y de este modo quedan desestabilizadas, se atraen unas a otras, se aglomeran y decantan.

Es esencial el tratamiento previo del agua con algún coagulante, no solo para eliminar por sedimentación gran parte de la materia en suspensión, sino porque las partículas coloidales en suspensión y las bacterias forman una sustancia gelatinosa que se adhiere a los granos de arena.

Los coagulantes químicos se añaden al agua bruta y se lleva a cabo una mezcla rápida durante un breve periodo (20 a 60 s). Esto se hace en tanques, con el objetivo de formar un microflóculo. Este se produce como resultado de la desestabilización de las impurezas inicialmente estables en suspensión.

Los tres coagulantes químicos más conocidos son:

- Sulfato de aluminio (alumina)
- Sulfato ferroso
- Cloruro férrico

9.1.3 Floculación

Habiéndose formado el microflóculo (que aun no es muy sedimentable), el objetivo entonces es producir un flóculo de tamaño adecuado que pueda sedimentar por gravedad. El proceso siguiente es someter la solución de microflóculo a un proceso de *Floculación lenta*. Esto se lleva a cabo en depósitos durante un periodo de tiempo de 20 a 60min a

velocidades de agitación muy lentas. Si el rotor del mezclador de floculación va demasiado rápido, hay riesgo de romper el microflóculo inicial y así invalidar el proceso.

Dependiendo de la calidad del agua bruta, la formación del microflóculo puede ser inadecuada solo con coagulantes químicos y puede precisar de ayudas a la coagulación, también conocidos como *polielectrolitos*, estos se añaden después del coagulante en una pequeña cuba de mezcla rápida y antes del mezclado para floculación.

La cantidad de coagulante químico y/o polielectrolito necesaria para una cantidad concreta de agua bruta se puede determinar mediante el ensayo de coagulación (conocido como Prueba de Jarras o Jar test) en laboratorio.

El aparato de Jar Test se muestra en la Figura 9.1 esta compuesto por varios vasos de laboratorio de un litro con muestras del agua bruta. A cada uno se le añade una cantidad distinta y creciente de coagulante y le sigue una mezcla rápida durante 20 a 60s. Se dejan sedimentar las muestras, y la muestra con las mejores características de sedimentación se selecciona como coagulante. Después de una serie de ensayos, es posible determinar la combinación de mejor dosis de coagulante y polielectrolito que facilita el tamaño óptimo del floculo

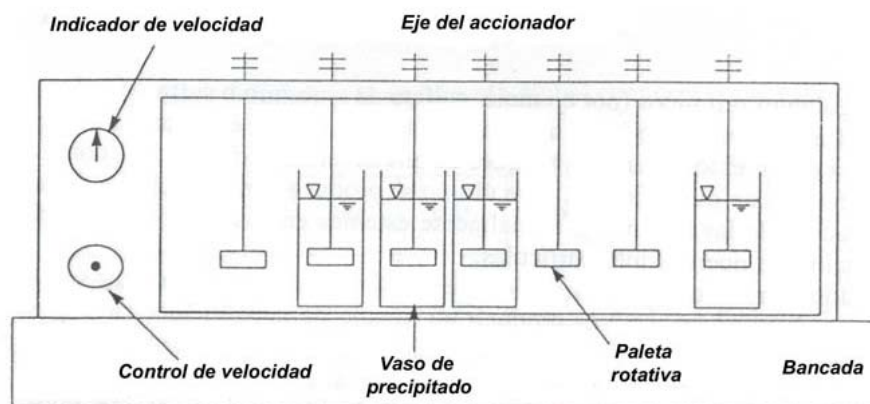


FIG. 9.1 APARATO PARA PRUEBA DE JARRAS [Ref. 17]

9.1.4 Filtración

La filtración es el proceso de pasar el agua a través de un medio poroso con la esperanza que el filtrado tenga una calidad mejor que el afluente. El medio suele ser arena fina dispuesta sobre una capa de grava de soporte.

Los filtros más conocidos son:

- Filtros de arena lentos
- Filtros de arena rápidos

Los *filtros de arena lentos* (Figura 9.2) operan a velocidades de filtración que varían entre 0.1 y 0.2m/h. La eliminación de la materia sólida, se efectúa al pasar el agua por los poros de la capa de arena, adhiriéndose las partículas sólidas a los granos. Luego de un tiempo de operación, los poros de la arena se tapan y hay necesidad de limpiar el filtro, retirando la capa superior; aproximadamente 5cms. Mientras que los *filtros rápidos* tienen velocidades de entre 5 y 20 m/h.

En cuanto a la remoción de bacterias, los *filtros lentos* trabajan satisfactoriamente en aguas que no tengan más de 100 ppm de materias en suspensión y 200 bacterias por ml. Bajo estas condiciones, su eficiencia es de aproximadamente de 96%.

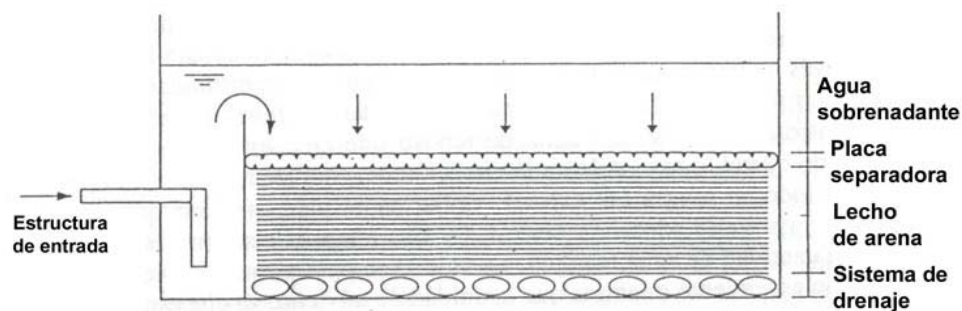


FIG. 9.2 FILTRO LENTO DE ARENA [Ref. 9]

El tipo más común es el filtro rápido. Este sustituyó casi totalmente a los filtros de arena lentos. Sin embargo, el filtro de arena lento tiene una gran aplicación en pequeñas

comunidades rurales. Los filtros lentos de arena tienen tasas de separación de hasta un 99.9 por 100 para quistes de *Giardia* y *Cryptosporidium*.

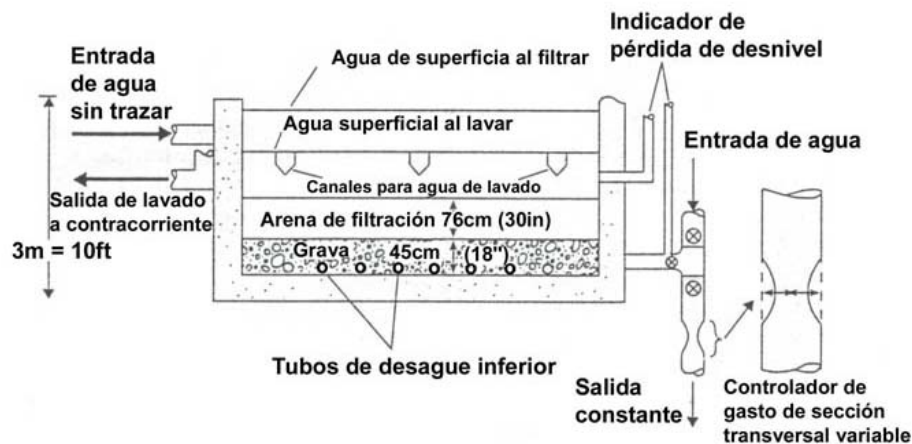


FIG. 9.3 CORTE TRANSVERSAL DE UN FILTRO DE ARENA RAPIDO [Ref. 9]

Cuando se excede el límite de pérdida de desnivel *el filtro de arena rápido* (Figura 9.3) se limpia por medio de una corriente de agua que se introduce en sentido contrario al de la filtración, la misma que expande la arena y desprende de ella, los sólidos gelatinosos que se acumularon. Lo que determina que un filtro sea rápido o lento, es el tamaño efectivo de la arena; así para filtros lentos el tamaño efectivo es 0.25 a 0.4 mm, comúnmente entre 0.3 a 0.35 mm. Para los filtros rápidos, el tamaño efectivo es de 0.4 a 0.7 mm.

9.1.5 Desinfección

Tal como se realiza en el tratamiento de aguas, la desinfección se refiere a las operaciones dirigidas a destruir o convertir en inofensivos los microorganismos patógenos. Los demás procesos de tratamiento como la coagulación y filtración deberían separar >90 por 100 de las bacterias y virus. También el proceso de ablandamiento con cal es un desinfectante eficaz debido al alto pH. utilizado. Las características de un buen desinfectante son que debería:

- Ser tóxico para los microorganismos a concentraciones muy por debajo de los umbrales tóxicos para los humanos y animales superiores
- Proporcionar una alta tasa de mortandad
- Ser suficientemente persistente para evitar rebrotes de organismos en los sistemas de distribución

Los desinfectantes mas comúnmente utilizados a escala industrial son:

- *Dióxido de cloro* Con respecto a la desinfección el dióxido de cloro posee teóricamente mas poder oxidante que el cloro. Su aplicación no causa deterioro del sabor ni olor, en condiciones normales se trata de un gas amarillento, amarillo-azul o rojizo.
- *Cloraminas* Especies formadas como resultado de la combinación de cloro y amoniac, son desinfectantes menos efectivos, son persistentes y proporcionan una protección continua contra rebrotes en el sistema de distribución
- *Ozono* El ozono es un gas azulado con un olor desagradable. Es uno de los agentes oxidantes mas potentes que sirven para el tratamiento de agua especialmente efectivo en destruir virus, mejora de olor y sabor
- *Radiación UV* La irradiación con luz UV es un prometedor método de desinfección. Aunque no deja residuos, este método es efectivo para desactivar tanto bacterias como virus.
- *Cloración* En condiciones naturales, el cloro (Cl_2) es un gas amarillo-verdoso de gran toxicidad no se presenta naturalmente como Cl_2 , sino que forma muchos compuestos que se encuentran en la tierra tales como el NaCl (sal comun). Es un agente oxidante, blanqueante y desinfectante muy eficiente

La mayoría de los sistemas de dosificación de cloro son sistemas gas-a-solución, esto quiere decir preparación de una solución de cloro a partir de Cl_2 gas y agua en planta, la cual sirve luego como desinfectante. En vez de añadir Cl_2 gas al agua también es posible utilizar cloro en estado ionizado, por ejemplo, como en los compuestos $Ca(ClO)_2$ o

NaClO₂ hipoclorito de calcio e hipoclorito de sodio respectivamente. Este proceso es el elegido cuando se van a tratar pequeñas cantidades de agua con un costo relativamente pequeño de equipamiento técnico. Otra consideración para elegir sistemas de hipoclorito es por razones de seguridad. El cloro gas es muy toxico y su manejo requiere de un gran cuidado

9.2 ASPECTOS SOCIALES

El objetivo de un proyecto de Abastecimiento de Agua Potable es mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la región. La falta de un sistema de agua potable incide notablemente en la salud de los mismos.

Entre los estudios y actividades que se deben considerar a todo lo que engloba con referencia a la parte social son:

9.2.1 Estudio socio económico

Que se trata de hacer un estudio y análisis de las: *actividades productivas de los beneficiarios* donde la actividad productiva de la zona en muchos de los casos es la agricultura, constituyendo una fuente de subsistencia que muchas veces no llega cubrir todos las necesidades básicas, por lo que el ingreso familiar es bajo y de supervivencia, el resto del tiempo están ocupados en conseguir algún trabajo que les sirva de mantención a su familia, saliendo de su comunidad a otros lugares o a las grandes ciudades.

Servicios básicos de la comunidad en este contexto se refieren a los siguientes puntos donde se tiene que hacer una evaluación de la existencia o no de los principales servicios básicos como ser: Educación, Comunicaciones, Agua potable, Alcantarillado, Energía eléctrica, Atención Sanitaria.

Estado Sanitario Actual es importante verificar si es que la región que se beneficiará con el proyecto cuenta con una red de distribución de Agua Potable, y en la parte de saneamiento si existe un sistema de eliminación de excretas o deposición de basuras, y hacer un estudio

de las enfermedades más comunes que agobian a la población, muchas veces las más frecuentes son las de origen gastrointestinal como ser parasitosis, diarreas, también respiratorias y enfermedades de la piel.

Vías de acceso la accesibilidad es importante para la intercomunicación de la población con aledañas poblaciones y ciudades importantes, también se tiene que hacer una evaluación del estado de los caminos al igual que de la accesibilidad.

Determinación de la Población para la determinación de la población es necesario un censo que sea efectuado por las autoridades del lugar, y de esta manera procesado el censo obtener la población estimada, al igual que el número de viviendas de la zona.

9.2.2 Capacidad de contribuir con el proyecto

Con relación al aporte que pudiesen proporcionar los comunarios, mano de obra no calificada y acopio de materiales locales.

Capacidad de pago para cubrir los costos de Administración y Mantenimiento de Servicios
Los comunarios son responsables para el buen funcionamiento del servicio, y eso involucra una participación conjunta de los pobladores y del Comité de Agua Potable.

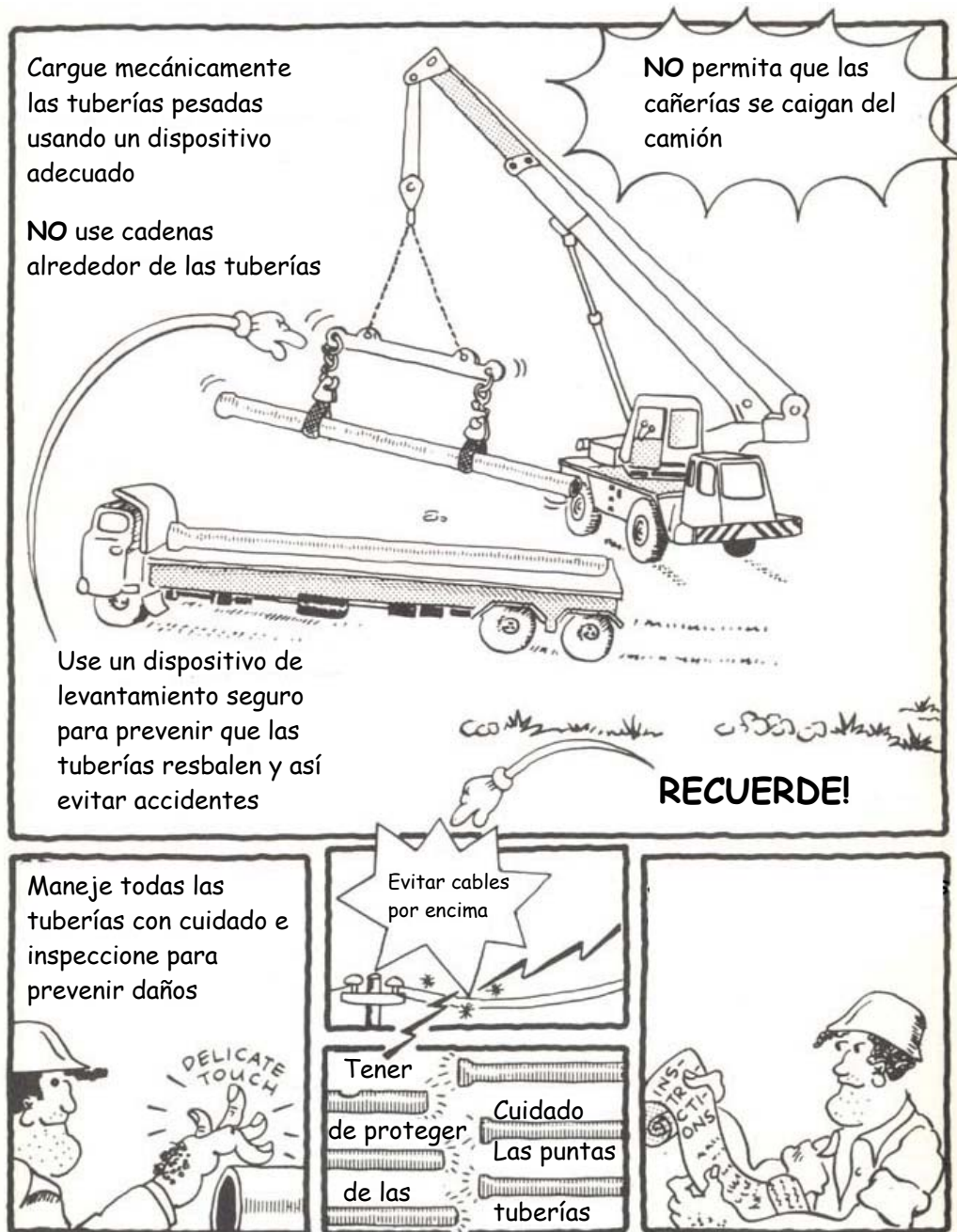
9.2.3 Capacidad de Organización Comunitaria para la Administración y Mantenimiento de Servicios

Se necesitará un Comité de Agua Potable Ad Honoren, que dirija la operación y mantenimiento del sistema con aportes mínimos (con relación a sus ingresos) para cubrir gastos de adquisición de materiales de reposición, honorarios de un plomero y un albañil, además de otras actividades. Se hace indispensable la capacitación del personal administrativo y mano de obra calificada que necesariamente deben proceder de la misma comunidad.

9.3 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

9.3.1 MANEJO DE LAS TUBERÍAS

9.3.1.1 Transporte y cargado de las tuberías



[Ref. 25]

[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]

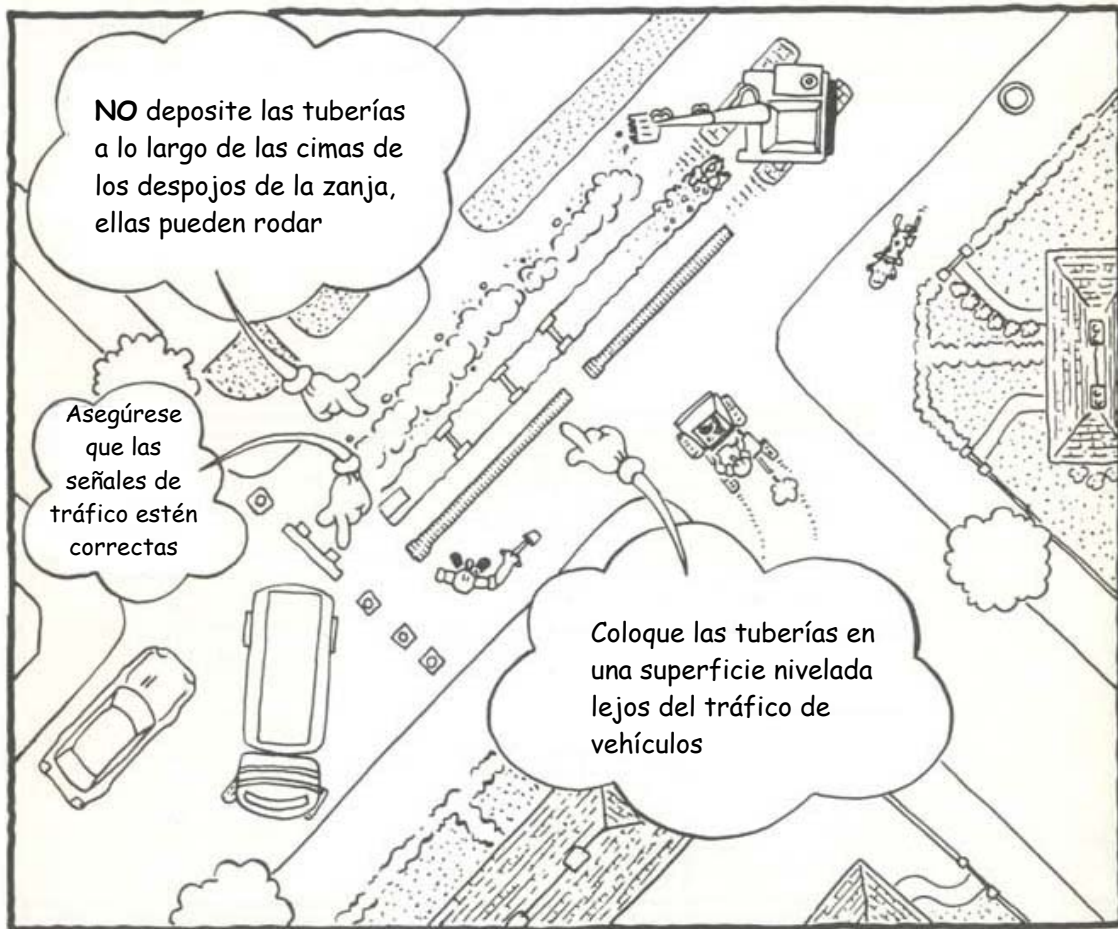
9.3.1.2 Apilado de las tuberías



[Ref. 25]

[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]

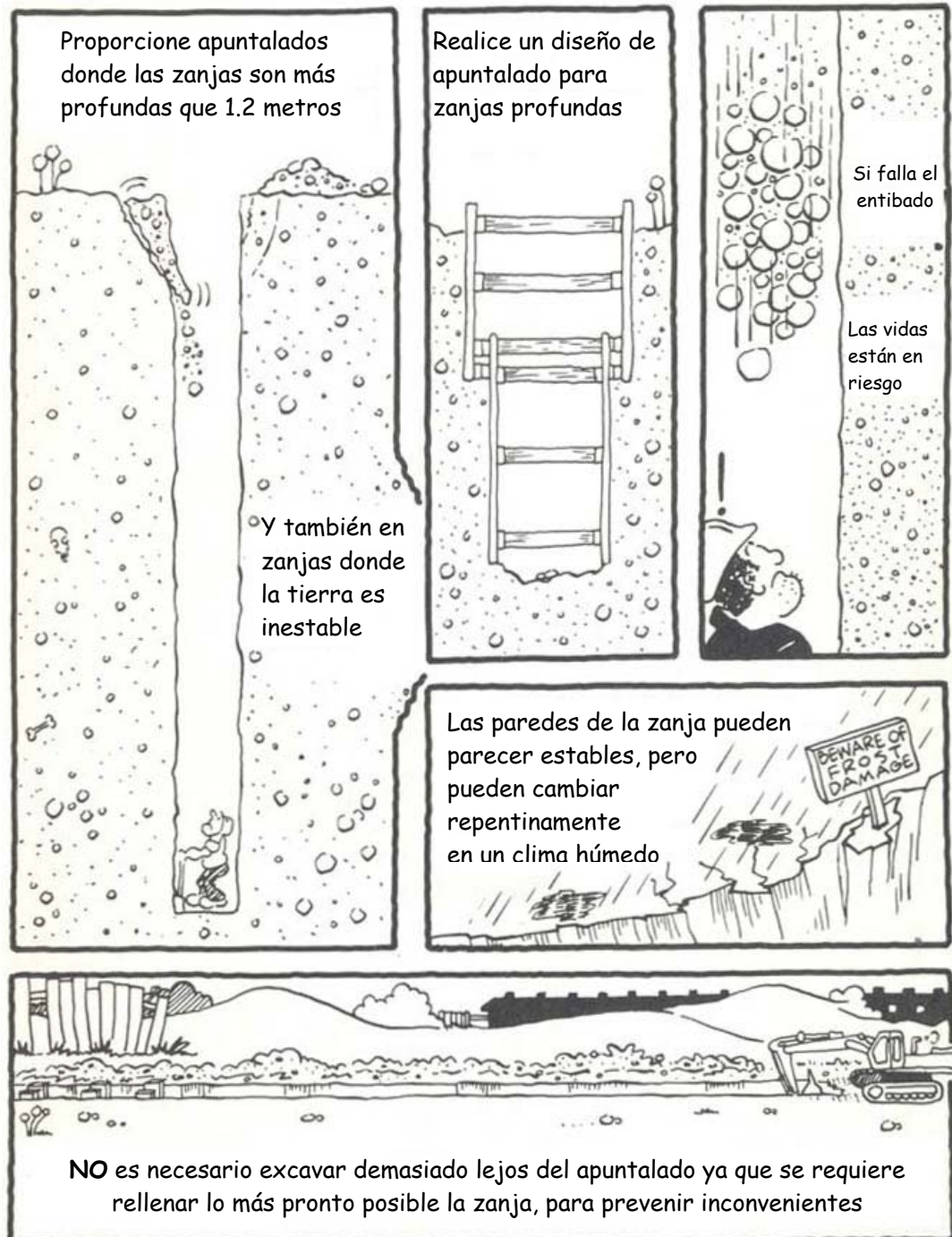
9.3.1.3 Disposición de las tuberías a lo largo de la zanja



[Ref. 25]

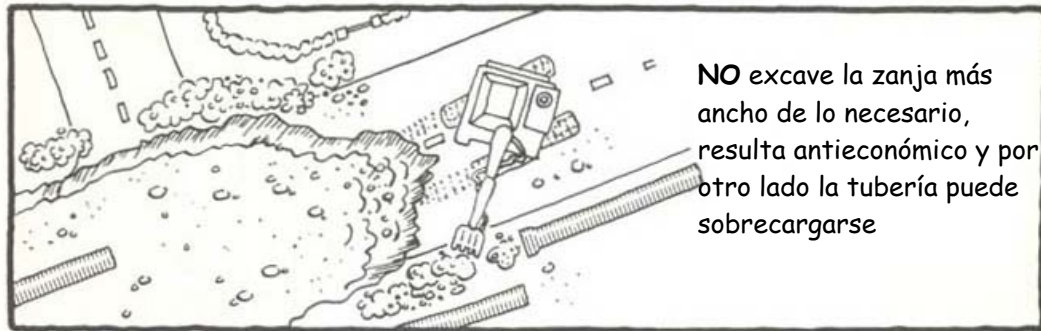
[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]

9.3.2 EXCAVACION DE LA ZANJA Y APUNTALADO



[Ref. 25]

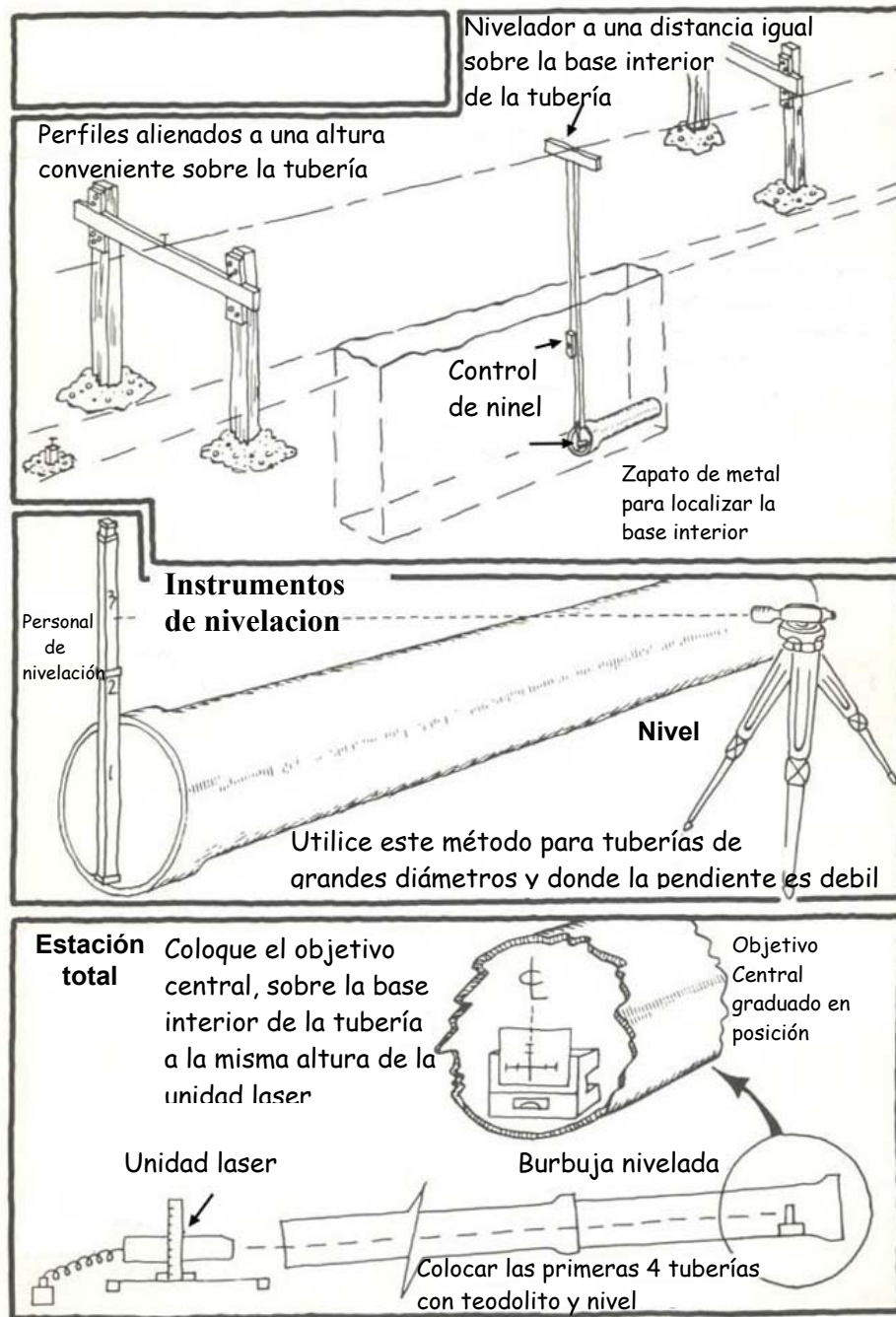
[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]



[Ref. 25]

[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]

9.3.3 NIVELACIÓN DE LAS TUBERÍAS



[Ref. 25]

[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]

9.3.4 LIMPIADO, TENDIDO Y PREPARACIÓN DE LA CAMA



[Ref. 25]

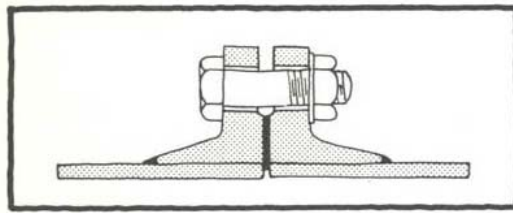
[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]



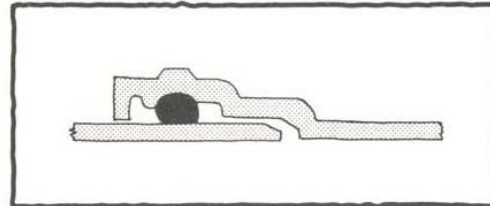
[Ref. 25]

[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]

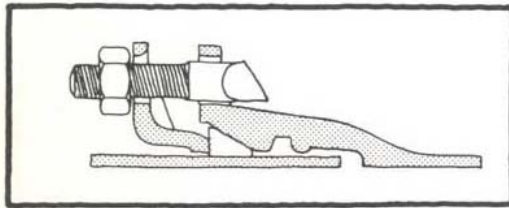
9.3.5 JUNTAS



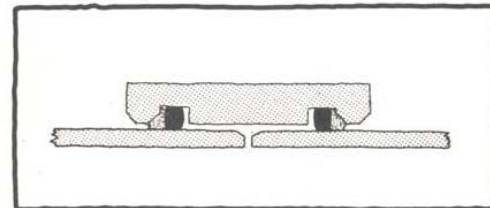
Junta bridada



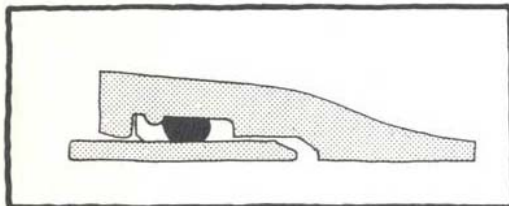
(PVC) Flexible



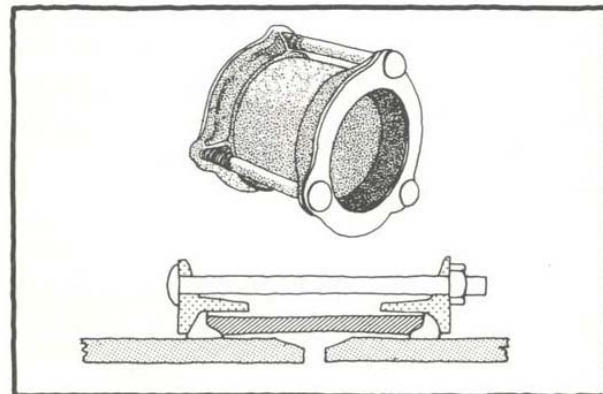
Junta empernada flexible



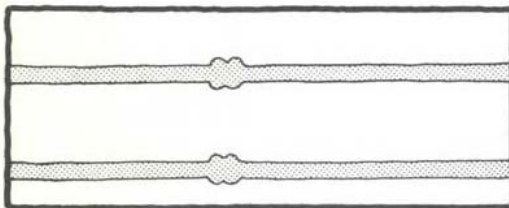
(Asbesto Cemento) flexible



Junta flexible con anillo de goma



Acopladura Gibault



Junta fusionada en el extremo

[Ref. 25]

[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]

- Siempre siga las instrucciones del fabricante
- Ajuste las bridas en una secuencia recomendada por el fabricante
- Guarde la junta de anillo de goma hasta que sea requerido, manténgala limpia y lejos de aceite, gasolina y de la directa luz del sol
- Use solo los anillos y lubricantes proporcionados por el fabricante
- Limpie la superficie de la junta antes de colocarla

9.3.6 PROTECCION DE LA TUBERÍA



Una aplicación cuidadosa de cintas, mangas de polietileno y envolturas pueden prevenir la corrosión de la tubería por muchos años

Vea también las recomendaciones del fabricante

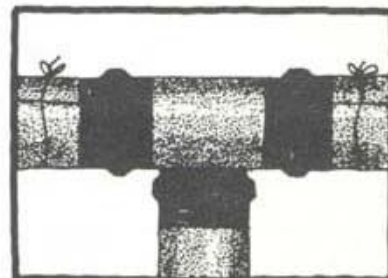
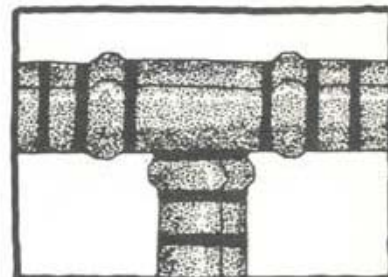
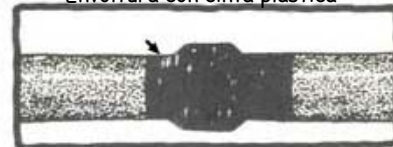
[Ref. 25]

Las juntas se pueden cubrir o envolver con cinta adhesiva

Cinta adhesiva plástica

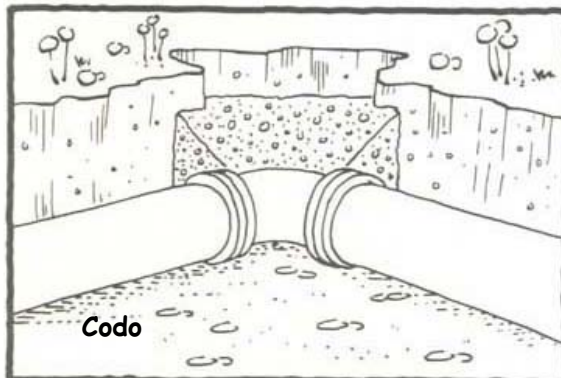
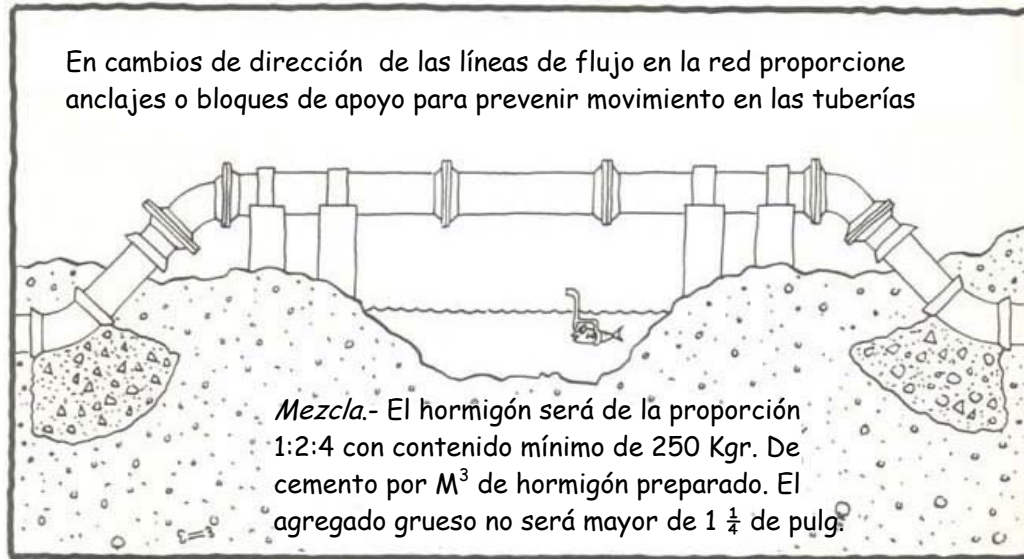


Envoltura con cinta plástica



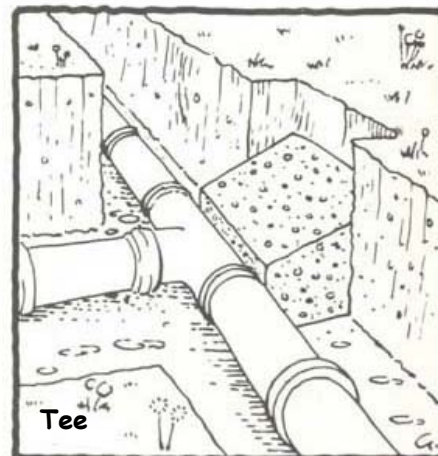
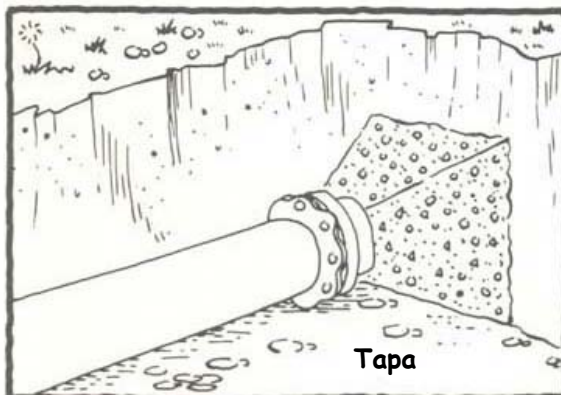
[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]

9.3.7 ANCLAJE DE TUBERIAS



Envuelva las tuberías de plástico y montajes con fieltro o con una lámina similar antes de que solidifique el hormigón

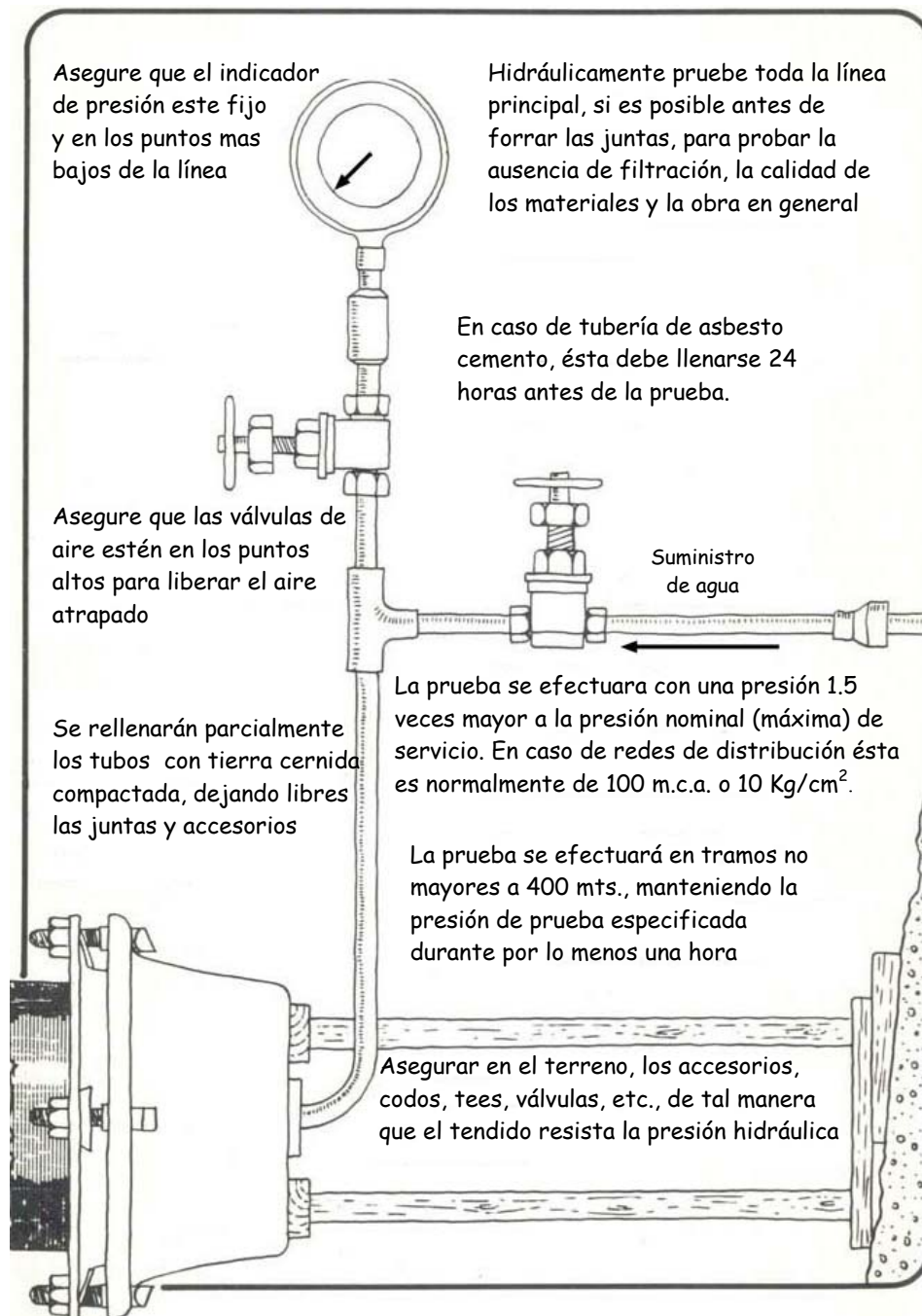
Asegure que la cara del bloque este contra un terreno sólido y también que los bloques estén fijos antes de probar la línea



[Ref. 25]

[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]

9.3.8 PRUEBA HIDRÁULICA

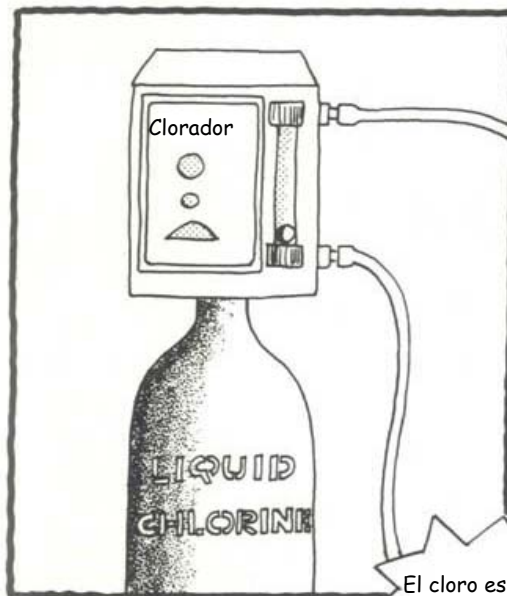


[Ref. 25]

[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]

9.3.9 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Antes de la desinfección se deberá lavar cuidadosamente la tubería con un volumen de agua equivalente al doble del volumen del tendido.



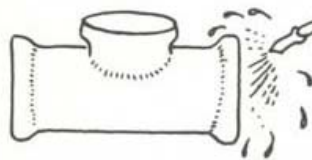
Se usará una solución de hipoclorito de calcio o similar, con un tendido de cloro de por lo menos 70% en peso. La cantidad de hipoclorito de calcio que se debe disolver varía entre 72 y 144 gramos por cada 1000 litros de agua

Una vez definida la cantidad de hipoclorito necesaria, se prepara un concentrado en unos pocos litros de agua, concentrado que deberá ser añadido al agua al momento de llenar la tubería para lograr una mejor difusión del desinfectante

El cloro es peligroso, refiérase a las instrucciones de seguridad

Siempre use gafas y guantes cuando maneje y rocíe la solución desinfectante

La tubería deberá permanecer llena de agua clorada durante 24 horas, Después de este tiempo se deberá desaguar y lavar el tramo hasta lograr que el agua de lavado sea similar al de la fuente de suministro



[Ref. 25]

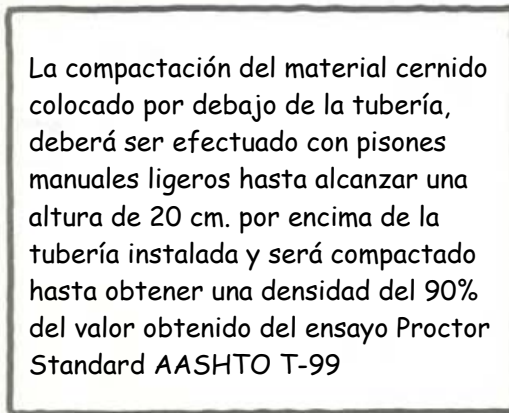
[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]

9.3.10 RELLENADO



[Ref. 25]

[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]



[Ref. 25]

[Traducción : Marco Antonio Saavedra Iriarte]

9.4 FICHA AMBIENTAL

9.4.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Objetivos

- Definir si los impactos predecibles son tolerables o no, al mismo tiempo si estos son aceptables o no.
- Definir si se requieren cambios en el proyecto, o la introducción de medidas de mitigación, y/o introducción de modificaciones menores dentro del proyecto.

9.4.2 FACTORES AMBIENTALES AFECTANDO POSITIVAMENTE

9.4.2.1 Estilo de vida

El funcionamiento del sistema de agua potable permitirá una mejora en el nivel de vida de la población, promoviendo un cambio positivo en los hábitos de higiene y salud.

Estas medidas tenderán a reducir la susceptibilidad de contraer enfermedades por el consumo de aguas que no presentan garantías, evitando el contacto con el medio exterior, especialmente a la población infantil.

9.4.2.2 Creación de fuentes de trabajo

En las áreas rurales en la fase de ejecución del proyecto, el trabajo de los comunarios irá como contraparte de la población en un 15% del costo total del proyecto, causando un efecto positivo directo, que implantará un sentido de responsabilidad sobre el proyecto a los habitantes de la población.

9.4.2.3 Salud pública

La instalación de agua potable es fundamental como condición esencial para las aspiraciones futuras a seguir en los planes de desarrollo sostenible, mejorando la calidad de vida y salud

infantil promoviendo la participación en trabajos comunitarios de mejoramiento de saneamiento básico integral.

9.4.2.4 Necesidades comunales

Una de las condiciones básicas para el mantenimiento y preservación de las obras a construirse, involucra a la población en las etapas de planeación, ejecución, operación, por este motivo, con la finalidad de cumplir con los objetivos del mismo, es necesario dar un oportuno conocimiento del sistema de distribución de agua potable a la población. Este propósito comprende la transmisión de una amplia información y capacitación sobre los alcances del proyecto, así como su influencia con otras actividades importantes en la operación del sistema de abastecimiento de agua de buena calidad.

9.4.3 FACTORES AMBIENTALES AFECTANDO NEGATIVAMENTE

9.4.3.1 Erosión

Se prevé un aumento del proceso de erosión, durante la etapa de movimiento de tierras, en los diferentes frentes de la obra, este proceso es adverso y de corta duración, mitigable mediante un adecuado control de movimiento de tierra. Para evitar imprevistos por las características climáticas, se recomienda iniciar las obras en épocas de estiaje.

9.4.3.2 Uso de Suelos

Durante la construcción de las obras civiles como la apertura de zanjas para la aducción y red de distribución, obra de toma, construcción del tanque, paso de quebrada, transporte de materiales e insumos. Se recomienda practicar un plan de administración del recurso suelo, estableciéndose un compromiso con las poblaciones afectadas temporalmente a ceder el área necesaria para la construcción de la aducción y de la obra de toma.

9.4.4 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Con el objeto de atenuar los impactos ambientales negativos originados en: análisis del sitio, construcción, operación, mantenimiento y actividades futuras del sistema, se recomienda

poner en práctica medidas tendientes a disminuir la magnitud de los impactos, las cuales requieren una atención especial en la consideración de las medidas de mitigación.

9.4.4.1 Análisis del sitio

El campamento principal será ubicado en la población, donde se depositarán los materiales (tuberías, accesorios, cemento, etc), equipo, herramientas menores a ser utilizados para la construcción del sistema de Agua Potable, los materiales como el cemento, tuberías de PVC deberán ser almacenados según las indicaciones y especificaciones de los fabricantes.

Los sitios donde se emplazarán las estructuras (obra de toma, tanque de almacenamiento, etc.) deben contar con el derecho de propiedad debidamente legalizada antes de iniciar con la construcción del proyecto.

9.4.4.2 Construcción

En el proyecto se debe realizar una protección por medio de un cerco utilizando alambre de púas, y complementando mediante la arborización alrededor de la obra.

El material residual como promontorios de tierra, escombros, piedras, serán transportados y depositados en sitios de disposición final, indicados por las autoridades encargadas de la supervisión, en lo posible en áreas desprovistas de vegetación o depresiones naturales del terreno y cubrir el sitio de estos desechos con una cubierta vegetal de especies nativas.

9.4.4.3 Operación y mantenimiento

La entidad a cargo de la operación y administración del sistema de agua, debe realizar las siguientes actividades prioritarias, tales como:

- Control de la calidad del agua.
- Limpieza y desinfección del tanque de almacenamiento en forma periódica.

- Controlar las posibles pérdidas de agua mediante una constante revisión ocular del tendido de la tubería, de presentarse fugas en las redes podrían ocasionar hundimientos o contaminación en las zonas adyacentes
- Efectuar el correspondiente mantenimiento de las instalaciones, a objeto de brindar agua potable evitando se constituya en un peligro para la salud de los consumidores de este vital elemento de la vida.

9.4.5 MONITOREO AMBIENTAL

9.4.5.1 Inspección sanitaria

A realizarse cada mes, sobre todo en el sistema de agua potable construido (Obra de Toma, aducción, Tanque de regulación y la red de distribución).

9.4.5.2 Educación Sanitaria

La educación sanitaria deberá basarse en la información de la línea base, de tal manera que los alcances de las intervenciones respondan a la realidad de la población, sus necesidades, creencias, prácticas y comportamientos identificados.

La responsabilidad de ejecución de los programas de educación sanitaria no recae únicamente en la institución ejecutora, pues deberá existir coordinación entre las instituciones que trabajan en el área del proyecto, fundamentalmente las instituciones dependientes del estado, como ser: Magisterio, Unidad Sanitaria. En el caso de maestros rurales ellos tienen la oportunidad de lograr cambios de comportamiento en los niños, hecho que a su vez, influirá en sus hogares sobre su incorporación a los nuevos servicios y a socializar las nuevas prácticas de higiene en la población.