



Ministerio
de Vivienda,
Construcción
y Saneamiento



VICEMINISTERIO DE CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO
Pronasar
PROGRAMA NACIONAL DE AGUA Y SANEAMIENTO RURAL



MIMDES

Ministerio de la Mujer y
Desarrollo Social



FONCODES
FONDO NACIONAL DE COMPENSACION Y DESARROLLO SOCIAL

PARAMETROS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA CENTROS POBLADOS RURALES

SETIEMBRE 2004



Gobierno
del Perú

INDICE

1.	OBJETIVO	4
2.	ALCANCE	4
3.	APLICACIÓN	4
4.	REQUISITOS.....	4
5.	DOCUMENTOS DEL PROYECTO	5
5.1.	Memoria descriptiva	5
5.2.	Planos	6
5.3.	Información complementaria	7
6.	PARAMETROS DE DISEÑO.....	7
6.1.	Población de Diseño.....	7
6.2.	Periodos de diseño	8
6.3.	Dotación de agua	8
6.3.1.	Sistemas Convencionales	8
6.3.2.	Sistemas no convencionales	8
6.4.	Variaciones de Consumo	8
7.	ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	9
	GENERALIDADES	9
7.1.	FUENTE	9
7.2.	CAPTACION.....	9
7.2.1.	Aguas superficiales.....	9
7.2.2.	Aguas subterráneas.....	10
7.2.2.1.	Sistema Convencional	10
7.2.2.2.	Sistema no convencional.....	11
7.2.3.	Otro tipo de Fuente no convencional.....	12
7.3.	OBRAS DE CONDUCCION	12
7.3.1.	Conducción por gravedad.....	12
7.3.2.	Línea de impulsión.....	13
7.4.	TRATAMIENTO DE AGUA.....	13
7.5.	ESTACIONES Y EQUIPOS DE BOMBEO.....	13
7.5.1.	Estaciones	13
7.5.2.	Equipos	14
7.6.	RESERVORIO.....	14
7.7.	REDES DE DISTRIBUCION	15
7.7.1.	Válvulas	15
7.8.	SERVICIO AL USUARIO.....	16
7.8.1.	Conexión domiciliaria.....	16

7.8.2. Pileta pública.....	16
7.8.3. Bombas de funcionamiento manual	16
7.9. DESINFECCION	17
8. DISPOSICION DE EXCRETAS.....	18
8.1. LETRINA SANITARIA	18
8.1.1. LETRINAS DE POZO SECO CON VENTILACION.....	18
8.1.2. LETRINAS DE POZO SECO.....	22
8.1.3. LETRINA DE COMPOSTAJE DE DOBLE CAMARA.....	22
ANEXO I: FIGURAS.....	25
FIGURA Nº 1. COMPONENTES DE LA LETRINA DE POZO VENTILADO	26
FIGURA Nº 2. DETALLE DE LA PROTECCIÓN DE LAS PAREDES DEL POZO.....	27
FIGURA Nº 3. DETALLE DEL TERRAPLÉN Y BROCAL.....	28
FIGURA Nº 4. DETALLE DE LOSA.	28
FIGURA Nº 5. LETRINA DE COMPOSTAJE.....	29
FIGURA Nº 6: COMPONENTES DE LA LETRINA DE COMPOSTAJE	29
FIGURA Nº 7: DETALLE DE LOSA TURCA Y APARTO SANITARIO PARA LETRINA DE COMPOSTAJE.....	30
FIGURA Nº 8: TASA SANITARIA PARA LETRINA DE COMPOSTAJE	30

PARAMETROS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE AGUA Y

SANEAMIENTO PARA CENTROS POBLADOS RURALES

1. OBJETIVO

El objetivo es establecer los requisitos mínimos de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, y disposición sanitaria de excretas a través de letrinas sanitarias para Centros Poblados Rurales.

2. ALCANCE

La utilización del presente documento tendrá una aplicación en los Centros Poblados Rurales con poblaciones concentradas o moderadamente dispersos, con una población de hasta 2,000 habitantes.

3. APLICACIÓN

Son responsables de la aplicación de los parámetros de diseño las Instituciones, Organismos, Empresas y Profesionales del sector público y privado, que elaborarán y ejecutarán proyectos de agua potable y disposición sanitaria de excretas para Centros Poblados Rurales, con financiamiento del Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural (PRONASAR).

Los valores de los parámetros de diseño, las características de los elementos, los coeficientes aplicables en formulas y otros, han sido establecidos en el presente documento, basados en experiencias y aportes de diversas instituciones, sin embargo el proyectista podrá proponer valores diferentes siempre que incluya la sustentación de su propuesta con estudios de investigación o experiencias y siempre que dichos valores contribuyan a mejorar la calidad y costo del proyecto, en beneficio de la eficiencia del servicio y la calidad de vida de los pobladores.

De igual forma, al proponer y definir la opción técnica y el nivel del servicio a aplicarse en cada caso, deberá considerarse en forma especial las condiciones socio económicas del Centro Poblado, así como la actividad, hábitos y disponibilidad de los pobladores a aceptar los sistemas propuestos, su condición de usuario y los costos que demande la administración, operación y mantenimiento. El documento "Criterios para Selección de Opciones Técnicas y Niveles de Servicio de Sistemas de Agua y Saneamiento Rural" se deberá considerar para la selección de la alternativa más conveniente.

4. REQUISITOS

Todo proyecto de abastecimiento de agua potable y disposición sanitaria de excretas para Centros Poblados Rurales, deberá estar diseñado por ingenieros sanitarios, ingenieros civiles o agrícolas colegiados y con certificado de habilidad profesional.

En el caso de proyectos que incluyan plantas de tratamiento de agua para consumo humano, el profesional a cargo del proyecto deberá ser un ingeniero sanitario colegiado y con certificado de habilidad profesional.

Los proyectos de abastecimiento de agua potable y disposición sanitaria de excretas deberán tener en cuenta la vulnerabilidad de la zona ante posibles desastres naturales.

Se deberá recabar la información existente y tomar referencias históricas de la comunidad para considerar en el proyecto los puntos más vulnerables de colapso por sismos, aluviones, huaicos, inundaciones y otros, así como sobre las posibles causas de contaminación del sistema de agua y otros cuerpos hídricos relacionados, así como la disminución de los caudales.

Se deberá considerar la variable ambiental en todas las fases del proyecto a fin de prevenir, controlar y mitigar los potenciales impactos negativos sobre el medio ambiente, así como los que este pudiera originar en cualquiera de sus fases, proponiendo las medidas correctivas pertinentes. De ser necesario, se presupuestará las medidas de control y mitigación sobre el medio ambiente. Para el efecto se deberá cumplir con la guía de evaluación ambiental.

Se deberá tener en cuenta durante todo el proceso la participación de los Municipios de acuerdo a las políticas sectoriales, así como la participación de la comunidad.

5. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El proyecto tendrá el siguiente contenido, el cual debe ser complementado con las guías de elaboración de proyectos del PRONASAR, de ser el caso:

5.1. Memoria descriptiva

La memoria descriptiva según sea el caso contendrá lo siguiente:

- a) Ubicación de la zona del proyecto.- Código de Ubicación, ubicación política y geográfica de la localidad, altura sobre el nivel del mar, distancia y tiempo de traslado a la capital de provincia y departamento más cercanos indicando los tipos de acceso.
- b) Clima.- Información general sobre las características climáticas de la zona del proyecto, precipitaciones pluviales, temperaturas máximas y mínimas, dirección predominante de vientos, etc., con sus periodos de prevalencia.
- c) Topografía de la localidad, características y uso de suelo.- Descripción de la topografía de la localidad, datos necesarios referentes a los propietarios de los terrenos donde se ubicarán partes importantes del sistema. Estudio de suelo básico, con clasificación de suelos y características físico-químico- mecánicas.
- d) Condiciones socioeconómicas de la población.- Actividad económica predominante; principales comercios, industrias y servicios públicos, incluyendo tarifas y coberturas, medios de transporte existentes incluyendo frecuencia y vías de comunicación relevantes; disponibilidad de materiales de construcción, herramientas, equipos y mano de obra especializada en la zona, con sus costos estimados; Organismos públicos y privados importantes establecidos en la zona; tipos de organizaciones sociales y vecinales existentes; población escolar y poblaciones aledañas; capacidad de pago de la cuota familiar para administración, operación y mantenimiento del sistema.
- e) Población y vivienda.- Población total actual, con indicación del idioma predominante, densidad poblacional; información de las viviendas y edificaciones existentes y de las áreas de expansión futura.
- f) Servicios básicos y condición sanitaria.- Información de registros oficiales de las principales enfermedades que afectan a la comunidad, sobre todo la referida a la incidencia de enfermedades diarreicas agudas y parasitarias; infraestructura sanitaria existente (posta médica, centro de salud, etc.) o la que es accesible a la población de la localidad.

- g) Sistemas de abastecimiento de agua potable y disposición sanitaria de excretas existentes.- Evaluación general de cada uno de los componentes del sistema, tiempo de operación del sistema de agua potable, condiciones en que se presta el servicio, calidad de agua, administración actual, cobertura, cuota familiar, condiciones de funcionamiento, calidad del agua, etc; y/o sistema de disposición de excretas, tipo y estado del servicio sea comunal o familiar, población servida.
- h) Fuentes de agua.- Identificación de las principales fuentes de agua de la zona, consignándose la información existente sobre los rendimientos mínimos y las variaciones anuales, así como los resultados de los análisis físico-químico y bacteriológico de la (s) fuente (s) seleccionada (s) para el proyecto, planteamiento de medidas para la conservación, mantenimiento y/o mejoramiento de las fuentes, indicándose la propiedad(es) de esta(s) fuente(s), la disponibilidad de uso para abastecimiento de agua para consumo humano, y precisando si están en terrenos que pertenecen a la comunidad
- i) Planteamiento de las alternativas de solución y justificación de la solución adoptada
- j) Descripción del conjunto de obras que comprende el proyecto y parámetros de diseño adoptados.
- k) Cálculos hidráulicos, eléctricos y estructurarles, según sea el caso.
- l) Información sobre ocurrencia de situaciones de emergencias y desastres (actividad sísmica, inundaciones, huaycos, sequías, etc.), tomando en cuenta los peligros existentes en la zona del proyecto.

5.2. Planos

Los planos se deberán presentar con las escalas y tamaños que se indican a continuación:

Escalas:	Plantas		1/1000, 1/2000
	Perfiles	Horizontal	1/1000, 1/2000
		Vertical	1/100, 1/200,1/500.
	Ubicación	Variable	
	Detalles de instalaciones		1/20, 1/25

Tamaño: Medidas estandarizadas ISO

Generales

- a) Ubicación política y geográfica del Centro Poblado Rural.
- b) Plano de ubicación de viviendas y edificaciones públicas y privadas.
- c) Planos topográficos con curvas de nivel cada metro, excepto cuando el desnivel del terreno implique el empleo de curvas de nivel a longitudes mayores.

Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

- a) Planta general del sistema de abastecimiento de agua potable indicando las cotas de los componentes del sistema.
- b) Red de distribución presentada con curvas de nivel indicando: zonas de presión, diámetros de tuberías, clase, longitud de tramos, ubicación de accesorios, válvulas y estructuras, cuadro resumen de materiales y accesorios, con ubicación de viviendas.

- c) Línea de conducción, aducción y/o impulsión en planta y perfil, indicando longitud, diámetro y clase de la tubería, ubicación de válvulas y otras estructuras, así como el cuadro resumen de materiales y accesorios. Para las líneas de conducción con pendiente pronunciada, las curvas de nivel podrá ser cada 5 metros. En caso de proyectar sifones, presentar los detalles en el plano.
- d) Diagrama de presiones.
- e) Cortes y perfil hidráulico de la planta de tratamiento, si es el caso.
- f) Planos de detalle de todas los componentes del sistema: Captación, planta de tratamiento, casetas de bombeo, cisterna, reservorio, dispositivos de rompe presión, conexiones domiciliarias, piletas públicas, así como de pases aéreos, protección de tubería en líneas de conducción o de impulsión, según sea el caso, que pasen por terrenos rocosos o expuestos.

Sistemas de eliminación de excretas

- g) Planta, cortes y detalles del o de los sistemas de disposición sanitaria de excretas con y sin arrastre de agua.

5.3. Información complementaria

Comprenderá lo siguiente, de ser necesario:

- a) Estudio de suelos que defina la capacidad portante del terreno para cimentación de estructuras, clasificación y permeabilidad.
- b) Estudios de prospección para pozos excavados, perfil estratigráfico, rendimiento y calidad del agua.
- c) Estudio de riesgo y vulnerabilidad del sistema proyectado, incluyendo las medidas de mitigación que fueran necesarias.
- d) Autorización de uso del recurso hídrico por la autoridad de aguas.
- e) Autorización sanitaria emitida por la autoridad de salud, cuando se diseñe sistemas de tratamiento de agua potable.
- f) Derecho de uso del terreno y/o derecho de paso al terreno sobre el cual se ubicarán las estructuras.
- g) Otros que sean de carácter indispensable por las características del proyecto.

6. PARAMETROS DE DISEÑO

6.1. Población de Diseño

El proyectista adoptará el criterio mas adecuado para determinar la población futura, tomando en cuenta para ello datos censales u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional, los que serán debidamente sustentados.

Deberá proyectarse la población para un periodo de 20 años.

6.2. Periodos de diseño

Los periodos de diseño de los diferentes componentes del sistema se determinarán considerando los siguientes factores:

- a) Vida útil de las estructuras y equipos
- b) Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura
- c) Crecimiento poblacional
- d) Economía de escala

Los periodos de diseño máximos recomendables, son los siguientes

- a) Capacidad de las fuentes de abastecimiento: 20 años
- b) Obras de captación: 20 años
- c) Pozos : 20 años
- d) Plantas de tratamiento de agua de consumo humano, reservorio: 20 años.
- e) Tuberías de conducción, impulsión, distribución: 20 años
- f) Equipos de bombeo: 10 años
- g) Caseta de bombeo: 20 años

6.3. Dotación de agua

6.3.1. Sistemas Convencionales

Mientras no exista un estudio de consumo, podrá tomarse como valores guía, los valores que se indican en este punto, teniendo en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos, costumbres y niveles de servicio a alcanzar:

- a) Costa : 50 – 60 lt/hab/día
- b) Sierra : 40 – 50 lt/hab/día
- c) Selva : 60 - 70 lt/hab/día

En el caso de adoptarse sistema de abastecimiento de agua potable a través de piletas públicas la dotación será de 20 - 40 l/h/d.

De acuerdo a las características socioeconómicas, culturales, densidad poblacional, y condiciones técnicas que permitan en el futuro la implementación de un sistema de saneamiento a través de redes, se utilizaran dotaciones de hasta 100 lt/hab/día

6.3.2. Sistemas no convencionales

En el caso de emplearse otras soluciones técnicas como bombas de mano, o accionadas por energía eólica, sistemas de abastecimiento de agua potable, cuya fuente es agua de lluvia, protección de manantiales o pozos con bomba manual se podrá considerar dotaciones menores de 20 lt/hab/día.

6.4. Variaciones de Consumo

Para el consumo máximo diario, se considerará un valor de 1.3 veces el consumo promedio diario anual.

Para el consumo máximo horario, se considerará un valor de 2 veces el consumo promedio diario anual.

Para el caudal de bombeo se considerará un valor de $24/N$ veces el consumo máximo diario, siendo N el número de horas de bombeo.

7. ABASTECIMIENTO DE AGUA

GENERALIDADES

Todas las estructuras hidráulicas del sistema expuestas a deterioro, manipulación, contaminación y animales extraños, deberán llevar la protección necesaria.

7.1. FUENTE

- a) A fin de definir la o las fuentes para el sistema se deberá realizar los estudios que incluyan identificación de fuentes alternativas, ubicación geográfica, topografía, rendimientos mínimos, variaciones anuales, análisis físico-químico y bacteriológico y descripción de la zona de recarga de la fuente.
- b) Se deberá contar con la factibilidad de uso de la fuente(s) seleccionada(s).
- c) La(s) fuente(s) de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá(n) asegurar el caudal máximo diario para el periodo de diseño.
- d) La calidad de agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la legislación vigente.

7.2. CAPTACION

La captación se diseñará con el caudal máximo diario. Se diseñará con el caudal máximo horario cuando el caudal de la fuente sea mayor al caudal máximo diario requerido y no se considerará una estructura de regulación, previo un análisis económico.

En el diseño deberá considerar los otros usos de la fuente, para lo cual si fuera el caso se diseñara estructuras complementarias, evitando el riesgo sanitario al sistema.

7.2.1. Aguas superficiales

a. Ríos y canales

Las obras de captación se ubicarán en zonas libres de inundación en época de crecida, donde no ocasionen erosión o sedimentación y aguas arriba de posibles fuentes de contaminación.

Deberá contar con rejilla o malla para evitar el ingreso de materiales gruesos y dispositivos para control del caudal de ingreso.

En caso de emplear balsas flotantes, deben ubicarse de tal modo de evitar su arrastre por la corriente de agua. Se deberá diseñar el tipo de anclaje adecuado considerando las variaciones del nivel de agua, así como la protección necesaria contra elementos flotantes.

En todos los casos, la captación deberá asegurar el ingreso del caudal suficiente de agua durante la época de estiaje.

b. Lagos o embalses

La toma deberá ubicarse en la ribera donde se minimicen los riesgos de contaminación, y a una profundidad que impida succionar los sedimentos del fondo o materiales de la superficie.

7.2.2. Aguas subterráneas

7.2.2.1. Sistema Convencional

a) Manantiales

La estructura de captación se construirá de material impermeable, para obtener el máximo rendimiento de la fuente.

Se deberá tener presente las variaciones de nivel de la fuente con relación al ingreso a la caja, para mantener una captación permanente de agua.

Deberá contar con canales de drenaje de coronación para evitar la contaminación por las aguas superficiales y se construirá un cerco perimétrico de protección.

Se diseñará con todos los accesorios necesarios para la operación y mantenimiento, dotándosele de todas las protecciones sanitarias.

b) Pozos perforados

La elección y ubicación del ó los pozos deberá ser fijada en base a información y evaluación referente al rendimiento de los pozos existentes, años de producción, calidad del agua y las variaciones estacionales del nivel de agua.

Se priorizará la rehabilitación de pozos existentes.

c) Pozos Excavados

La elección y ubicación del o los pozos, deberá ser determinada por las características de los pozos existentes o por estudios realizados en un pozo de prueba.

Se considerará el número de pozos necesarios para el sistema, de acuerdo con el caudal de diseño.

Se ubicará(n) en zonas no inundables, considerándose los procesos constructivos.

Cada pozo se deberá diseñar para obtener el mayor rendimiento del acuífero, considerándose la protección contra posible contaminación por aguas superficiales, infiltraciones, riego agrícola, residuos sólidos y otros

La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.

El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos de concreto tipo deslizante o fijo, ciego hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.

La distancia mínima entre un pozo de agua destinado a consumo humano y una letrina o un sistema de percolación será de 25 m. El pozo de agua se ubicará en una cota superior con respecto al pozo de la letrina.

d) Galerías filtrantes.

Serán diseñadas de acuerdo al corte geológico, obtenido mediante pruebas y estudios del rendimiento del acuífero.

Se ubicarán en forma transversal o longitudinal de tal modo que permitan el máximo aprovechamiento de la corriente de agua subterránea, y a una profundidad no menor de 2 m de la clave de la tubería.

El diámetro mínimo de la tubería recolectora perforada será de 100 mm. La tubería estará recubierta con grava clasificada y luego con material de relleno clasificado hasta el nivel del terreno natural.

La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas y la presencia de animales y/o personas.

7.2.2.2. Sistema no convencional

a) Manantial protegido

La captación deberá cumplir con los mismos requisitos establecidos para captación de manantiales en sistemas convencionales.

En caso de fuente de escaso rendimiento, la estructura de captación se construirá para captar el total del rendimiento de la fuente.

b) Pozo equipado con bomba manual

El pozo deberá cumplir con los mismos requisitos establecidos para captación de pozos excavados en sistemas convencionales.

Para este tipo de sistema se considerará el número de pozos necesarios para el sistema, de acuerdo al grado de dispersión de la población. Asimismo, se deberá indicar los niveles de agua y la producción de cada pozo.

c) Pozo equipado con bombas accionadas por energía eólica

La capacidad de bomba eólica no deberá sobrepasar la producción de la fuente de agua.

Para realizar la selección y ubicación de las bombas con energía eólica, deberá verificarse la dirección y velocidad promedio anual del viento.

7.2.3. Otro tipo de Fuente no convencional

Agua de lluvia

En aquellas zonas donde no se disponga de fuentes apropiadas y la intensidad de la lluvia sea adecuada, se podrá disponer su captación para su uso temporal.

7.3. OBRAS DE CONDUCCION

Serán diseñadas para conducir el caudal máximo diario y estará comprendida desde la captación hasta la planta de tratamiento o reservorio.

El diámetro nominal mínimo de la línea de conducción debe ser de 20mm; El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1 m

La velocidad deberá estar entre 0.6 m/sg y 3 m/sg

En caso de sistemas donde no se disponga de reservorio, la línea de conducción se diseñará para el caudal máximo horario.

7.3.1. Conducción por gravedad

a) Tuberías

El cálculo del diámetro de la tubería se hará utilizando métodos racionales. Para tuberías que trabajen a presión, se recomienda la formula de Hazen y Williams, con los siguientes coeficientes de fricción:

Fierro galvanizado	100
PVC	140

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

PVC	0.009
Concreto	0.015

La velocidad mínima ó de auto limpieza no será menor de 0.60 m/s.

La velocidad máxima recomendada será de 3 m/s, pero pueden aceptar velocidades de hasta 5m/s siempre que no trasporten material fino.

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

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

b) Canales

Los canales deberán ser diseñados teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la calidad y cantidad de agua.

El diseño hidráulico deberá hacerse de tal manera que se evite la sedimentación y erosión.

c) Sifones

Dependiendo de la topografía del terreno y el recorrido de la línea, se diseñaran sifones, empleando la clase de la tubería en función de la gradiente hidráulica.

7.3.2. Línea de impulsión

- a) Para el cálculo de las líneas de impulsión se recomienda utilizar la fórmula de Hazen y Williams, teniendo en cuenta el estudio del diámetro más económico.
- b) Cuando es necesario deberá considerarse dispositivos contra golpe de ariete y/o cavitación.
- c) En cuanto a equipo de bombeo, debe considerarse lo indicado en el punto 7.5.2.
- d) El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1.20 m
- e) Se deberá considerar tuberías roscadas de PVC, acero SCH 40, de acuerdo a la evaluación técnica.

7.4. TRATAMIENTO DE AGUA

El tratamiento deberá tener como objetivo, la remoción de los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos del agua, hasta que se encuentre dentro de los límites establecidos en las normas de calidad de agua para consumo humano vigentes.

La planta de tratamiento deberá tener la capacidad suficiente para tratar el caudal máximo diario.

Se dará preferencia a soluciones técnico-económicas más simples, en los aspectos constructivo y de operación y mantenimiento.

Para el diseño de los procesos específicos de tratamiento, se deberá considerar como referencia las guías de calidad de agua para consumo humano de la OMS vigentes.y deberá estar diseñado por un ingeniero sanitario colegiado, con certificado de habilidad profesional.

7.5. ESTACIONES Y EQUIPOS DE BOMBEO

7.5.1. Estaciones

- a) Se ubicarán en zonas que sean seguras, estables y protegidas contra peligros de inundaciones, deslizamientos, huaycos y otros eventos.
- b) Deberán tener el área necesaria para que los equipos de bombeo, tuberías, válvulas y accesorios, tableros eléctricos y otros se instalen, reemplacen, reparen, operen y mantengan con comodidad.

- c) Deberán tener una ventilación natural que permita la renovación constante de aire.
- d) En casos de contar con sistemas de desinfección con cloro gas en las estaciones de bombeo considerar un adecuado sistema de ventilación y seguridad.
- e) Deberán contar con iluminación natural o artificial de mediana intensidad.

7.5.2. Equipos

Sistema Convencional

- a) El diseño de los equipos de bombeo, deberá considerar la siguiente información específica:
 - Caudal de bombeo
 - Altura dinámica total
 - Número y tipo de bombas
 - Fuente de energía
 - Esquema de funcionamiento de las bombas
 - Altura sobre el nivel del mar.
 - NPSH disponible en metros.
- b) Deberá considerarse así mismo, las tuberías, accesorios, válvulas, tableros y controles necesarios para el correcto funcionamiento del equipo de bombeo. En el caso de equipos accionados por energía eléctrica, deberán contar con pozo a tierra y pararrayos.
- c) Deberán considerarse como mínimo dos unidades de bombeo, con servicio alternado para garantizar un servicio continuo.
- d) Los equipos de bombeo serán accionados por motores eléctricos siempre y cuando no hayan interrupciones ó con motores de combustión (gasolina ó petróleo).

Sistema No Convencional

- a) Se recomienda en este caso utilizar equipos manuales ó mecánicos accionados con energía eólica y/o solar.
- b) En el caso de utilizar la energía eólica se recomienda hacer un estudio de los vientos predominantes, especialmente en aquellas zonas donde la velocidad es superior a los 8 km/hora que es la velocidad mínima para su funcionamiento. Para el caso de paneles solares, hacer un estudio de las horas de máxima incidencia solar y sensación térmica, y contemplar criterios técnicos para bombas accionadas por energía solar, que en lo posible, tengan acumuladores.

7.6. RESERVORIO

La capacidad de regulación, será del 15% al 20% de la demanda diaria del promedio anual, siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si dicho suministro es por bombeo, la capacidad será del 20 a 25% de la demanda diaria del promedio anual.

El reservorio se ubicará en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema de distribución correspondiente.

Será diseñado para que funcione como reservorio de cabecera.

Su diseño deberá garantizar la calidad sanitaria del agua.

El reservorio deberá contar con tuberías de ingreso, salida, limpieza, ventilación y rebose.

En las tuberías de entrada, salida y limpieza se instalará válvulas para su correcto funcionamiento, ubicadas convenientemente para su protección y fácil operación. Cualquier otra válvula especial requerida se instalará en las mismas condiciones.

Las tuberías de ventilación y rebose deberán contar con dispositivos de protección sanitaria para evitar el ingreso de roedores e insectos.

Deberá estar provisto de dispositivos de control estático y medición de caudal y cualquier otro que contribuya a su mejor control y funcionamiento.

Se podrá obviar la construcción del reservorio en el caso de que la producción de la fuente sea mayor al caudal máximo horario.

7.7. REDES DE DISTRIBUCION

La red de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario.

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

Para el cálculo hidráulico de las tuberías se utilizará formulas racionales. En el caso de aplicarse la formula de Hazen Williams se utilizaran los coeficientes de fricción establecidos en el ítem 7.3.1 del presente documento.

El diámetro a utilizarse será aquel que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Los diámetros nominales mínimos serán: 25mm en redes principales 20mm en ramales.

En cuanto a la presión del agua, debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima será aquella que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema, por lo que la presión dinámica en cualquier punto de la red no será menor de 5 m. y la presión estática no será mayor de 50 m.

El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1 m. en las vías vehiculares y de 0.80 m. en las vías peatonales

La distancia entre el límite de propiedad y el plano vertical tangente de la tubería no será menor de 0.8 m.

7.7.1. Válvulas

La red de distribución estará provista de un mínimo número de válvulas de interrupción que permitan una adecuada sectorización y garanticen su buen funcionamiento.

Se proyectará válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones.

Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección, drenaje y fácil operación.

En los puntos de cotas más bajas de la red de distribución, en donde se pudieran acumular sedimentos, se deberán considerar sistemas de purga.

Las válvulas de aire y otro tipo de válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, con accesorios para el fácil montaje y desmontaje, de modo que permitan su fácil operación y mantenimiento.

7.8. SERVICIO AL USUARIO

7.8.1. Conexión domiciliaria

Para el proyecto, la conexión domiciliaria comprende desde el empalme de la matriz hasta el punto de entrega al usuario, incluyendo la batea.

La conexión domiciliaria deberá contar como mínimo los siguientes componentes:

1. Accesorios de empalme de 15 mm, a la red de agua.
2. Caja con válvula de control.
3. Tubería de alimentación
4. Válvula de interrupción
5. Batea con grifo.
6. Tubería de desagüe de 2" y pozo de drenaje.

7.8.2. Pileta pública

La distancia de acceso a los usuarios, será en promedio de 200 m. y en poblaciones dispersas hasta 300 m.

Se considerará como máximo 75 usuarios por grifo (equivalente a 15 familias)

La pileta pública deberá contar como mínimo con los siguientes componentes:

1. Accesorios de empalme de 20 mm, a la red de agua
2. Caja con válvula de control.
3. Pedestal de servicio para una adecuada utilización de grifo, con una estructura sólida de soporte.
4. Sistema de drenaje.

Cada vivienda abastecida por piletas públicas deberá contar con un sistema de drenaje para disponer sus aguas residuales.

Cada pileta pública tendrá un responsable de la administración y control de uso, con deberes y compromisos de los usuarios, todo lo cual debe estar incluido en la parte social y de capacitación respectiva.

7.8.3. Bombas de funcionamiento manual

El diseño de equipos de bombeo de operación manual, deberá hacerse en función del caudal de bombeo y la altura dinámica total.

Los equipos deberán instalarse sobre estructuras de tipo sanitario que evite la contaminación del agua del pozo.

7.9. DESINFECCION

El sistema de abastecimiento de agua, deberá considerar un sistema de desinfección apropiado, que garantice la calidad bacteriológica del agua para consumo humano.

8. DISPOSICION DE EXCRETAS

8.1. LETRINA SANITARIA

GENERALIDADES

Las letrinas sanitarias deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- a) Sistema aceptado por el usuario.
- b) Ser un sistema apropiado en función a factores como:
 - Costo
 - Sencillez del diseño.
 - Facilidad en su implementación, construcción, operación y mantenimiento.
- c) No contaminen las aguas superficiales y subterráneas que puedan servir de fuente de agua potable para consumo humano
- d) Las excretas no se encuentren expuestas a moscas.
- e) Minimicen la generación de malos olores.

8.1.1. LETRINAS DE POZO SECO CON VENTILACION

GENERALIDADES

Es una solución mejorada de la letrina de pozo seco, que es la opción más simple y barata de todas las alternativas existentes. Generalmente se utiliza donde el suministro de agua es limitado y existan suelos poco permeables (arcillosos, rocosos).

La letrina ventilada de pozo seco consta de los siguientes componentes: caseta, hoyo o pozo y conducto de ventilación.

Las dimensiones del hoyo o pozo están determinadas por la profundidad que se hace en la tierra para la disposición.

8.1.1.1. COMPONENTES DE LA LETRINA VENTILADA DE POZO SECO

Ver figura N° 1

• APARATO SANITARIO

- a) Podrá emplearse el tipo turco o el tipo taza.
- b) El aparato sanitario tipo turco podrá ser un accesorio independiente, o ser construido conjuntamente con la losa.
- c) El aparato sanitario o taza deberá ser de una sola pieza y con un acabado lo más liso posible.
- d) El aparato sanitario, bien sea tipo turco o taza, deberá estar

herméticamente unido a la losa para impedir el ingreso de insectos o la salida de malos olores.

- **POZO**

Cavidad de una determinada profundidad que se hace en la tierra para depositar las heces humanas, la orina y el material de limpieza anal.

- a) La tasa de producción de lodos depende del método de limpieza anal. En la determinación de la cantidad debe tenerse en cuenta lo siguiente:

Limpieza con papel blando:

0,04 m³/hab-año

Limpieza con papel grueso u hojas:

0,06 m³/hab-año

Limpieza con material duro o voluminoso:

0,09 m³/hab-año

- b) Para la determinación de la altura total del pozo se tendrá en cuenta:

HT : Profundidad total del pozo (m)

HI : Altura de la capa de lodo (m)

Hs : Altura de seguridad (mínimo 0.50m) (m)

- c) La altura de la capa de lodo se calculará utilizando la siguiente expresión:

$$HI = (TI * N * t) / A$$

Donde:

TI = Tasa de producción de lodos (m³/hab-año)

N = Número de usuarios

t = Vida útil (años)

A = Área de la sección transversal del pozo (m²)

- d) Las dimensiones del pozo deberán ser suficientes para un periodo de duración aproximado de cinco años.
- e) Se debe considerar 0.5m. de espacio libre para evitar que el pozo se llene totalmente.
- f) El pozo podrá ser circular o cuadrado, con un diámetro o lado no menor a 0,80 m ni mayor a 1,5 m.
- g) La profundidad mínima del pozo deberá ser de 1.8 m.

- h) En terrenos inestables o fácilmente deleznable, las paredes verticales del pozo deberán ser protegidas con otros materiales para evitar su desmoronamiento. Ver figura N° 3.
- i) El volumen efectivo del pozo cuyas paredes son protegidas, debe ser calculado descontando el espacio que ocupa el material usado para la protección.
- j) En la protección del pozo se podrá emplear anillos de concreto, material de mampostería compuesto por ladrillos o bloques de piedra o concreto sobrepuestos y con juntas laterales espaciadas en no más de un metro de profundidad
- k) En el caso de efectuar el recubrimiento de las paredes verticales del pozo, el espacio entre el muro y el terreno natural debe ser relleno con grava.
- l) El fondo del pozo debe quedar por lo menos a dos metros por encima del máximo nivel freático de las aguas subterráneas.
- m) En el caso de terrenos calcáreos o con presencia de rocas fisuradas, las paredes verticales del pozo deberán ser recubiertas y el espacio entre el muro de recubrimiento y el terreno natural debe ser por lo menos 0,15 m y rellena con una mezcla de arena gruesa y fina. El fondo del pozo debe tener una capa de material filtrante de no menos de 0,25 m.

Ver figura N° 2

- **CASETA**

- a) El alto de la caseta no debe ser menor a 1.70 m y el ancho de la puerta no menor a 0,60 m
- b) En los lugares con precipitación pluvial, es necesario que el techo tenga una inclinación mayor al 10% y un voladizo alrededor de la caseta de por lo menos 0,20 m.
- c) La iluminación y ventilación al interior de la caseta deberán ser provistas a través de una ventana situada en la parte superior de la puerta de la caseta. El área total de la ventana no debe ser mayor a 0,10 m² y el alto no mayor a 0,15 m.
- d) La puerta de la caseta debe abrirse hacia fuera, y debe ubicarse en la dirección norte o sur para asegurar penumbra al interior de la caseta.

- **VENTILACION**

- a) El diámetro del conducto de ventilación depende de la temperatura ambiental del lugar. En la determinación de las dimensiones del conducto se tendrá en cuenta lo siguiente:

Climas templados y cálidos (temperatura promedio mensual del aire durante el mes más frío mayor a 17°C):

- PVC de 100 mm. de diámetro mínimo

Climas fríos (temperatura promedio mensual del aire durante el mes más frío menor a 17°C):

- PVC de 150 mm de diámetro mínimo.

- b) El conducto de ventilación podrá ser fabricado a partir de tuberías de plástico, metal o cualquier otro material resistente a las acciones climáticas.
- c) El tubo de ventilación debe ubicarse en el exterior de la caseta, y se deberá proteger la tubería hasta una altura de 0.8m. de la superficie del terreno.
- d) La parte superior del conducto de ventilación debe prolongarse como mínimo 0,50 m por encima de la parte mas alta del techo de la caseta, y en el extremo del conducto deberá instalarse una malla metálica o plástica con una abertura entre 1.2-1.5 mm. El material de la malla debe ser resistente a las condiciones climáticas del lugar.
- e) La tubería de ventilación, debe ser recta en todo su recorrido, sin codos ni accesorios que dificulten el ingreso de la luz solar al hoyo o pozo.

- **BROCAL**

- a) Podrá ser construido con concreto simple o reforzado; ladrillos o bloques de piedra o concreto asentados con mortero de cemento-arena.
- b) Debe iniciarse faltando 0,30 m para llegar a la superficie del suelo y acabar a no menos de 0.10 m sobre el nivel del suelo.
- c) El espesor del brocal en concreto o mampostería no deberá ser menor de 0.20 m, para permitir el apoyo total de la losa de cubierta.
Ver Figura N° 3

- **TERRAPLÉN**

- a) Una vez instalada la losa se colocará tierra o arcilla alrededor de la losa. Este material deberá ser apisonado y deberá formar un ángulo de 45° con el nivel del suelo.

- **LOSA**

- a) Deberá ser construida con concreto reforzado, que le permita soportar cualquier sobrecarga a que pueda ser sometida por su ubicación en lugares abiertos.
- b) La losa debe apoyarse un mínimo de 0.10 m en todo el perímetro del brocal.

Ver figura N° 4

8.1.2. LETRINAS DE POZO SECO

Similar a los parámetros de diseño de letrina ventilada de pozo seco, sin el componente de ventilación y se deberá considerar una tapa para el orificio.

8.1.3. LETRINA DE COMPOSTAJE DE DOBLE CAMARA

GENERALIDADES

Se compone de dos depósitos, que se utilizan de forma alternada para producir el abono. Este tipo de letrina ofrece la ventaja de construirse en todo tipo de terreno. (Ver figura N° 5)

8.1.3.1. COMPONENTES DE LA LETRINA DE COMPOSTAJE DE DOBLE CAMARA

Para el funcionamiento de la letrina compostera se requiere de dos cámaras y una tasa o asiento (Ver figura N° 6).

- **CAMARAS**

- a) La letrina esta compuesta de dos cámaras separadas por una tabique central, que se utilizaran en forma alternada.
- b) Cada cámara se diseñará para un periodo de 2 años como mínimo, con el fin de que la mayor parte de los organismos patógenos mueran antes de que se extraiga el abono. Se recomienda un tamaño de 1.1 m³ a 2.23 m³.
- c) Cada cámara deberá tener una compuerta de descarga lateral de 20 x 40 cm, por donde se extraerán los abonos una vez digeridos.
- d) La losa o plataforma de la parte superior de las cámaras debe ser reforzada
- e) Las paredes y la base deben ser impermeables.

- f) En la parte externa de cada cámara debe instalarse una tubería de PVC 4" con una malla en la parte superior, la cual funcionará como mecanismo de ventilación de la cámara, para evitar olores desagradables.

• **CASETA**

- a) La caseta de la letrina se construye encima de ambas cámaras, con un orificio de defecación sobre cada una de ellas.
- b) El orificio correspondiente a la cámara que no esta en uso tendrá una cubierta cerrada herméticamente con mortero de cal o arcilla, y el orificio que esta habilitado y se esté utilizando deberá permanecer cubierto con una tapa removible para evitar que ingresen las moscas y salgan los olores desagradables.
- c) La caseta se construye a gusto del usuario, con materiales de la localidad de acuerdo con los conceptos estéticos del usuario y la arquitectura general de la vivienda. Deberá tener la altura necesaria que permita entrar y salir con facilidad.

• **APARATO SANITARIO**

- a) Podrá emplearse una losa turca, tasa sanitaria o aparato sanitario, adaptado especialmente para separar las heces de la orina (Ver figura N° 7 y 8).
- b) Para el varón se debe instalar un orinal aparte.

• **DISPOSICION DE ORINA**

Generalmente la orina se recoge por separado, existiendo dos alternativas para su disposición final: tipo balde y pozos de infiltración.

Tipo balde: No es recomendable por generar riesgos para la salud.

Pozos de Infiltración: El diseño depende de la capacidad de absorción de los diversos suelos que se indican en la siguiente tabla

Tasas recomendadas para la infiltración de los lixiviados en los pozos

TIPO DE SUELO	TASA DE INFILTRACION (lt/m ² – día)
SUELOS DE BUENA PERMEABILIDAD	
• Arena	50
• Limos Arenosos, limos	30
• Limos o arcillas porosas	20
SUELOS DE BAJA PERMEABILIDAD	
• Limos o arcillas compactas	10

Nota: las arcillas expansivas deben estar ausentes

- **ESCALERAS**

- a) Las gradas se construyen de acuerdo con las necesidades del usuario, buscando que la letrina pueda usarse fácilmente y sin riesgo para niños y ancianos.

ANEXO I: FIGURAS

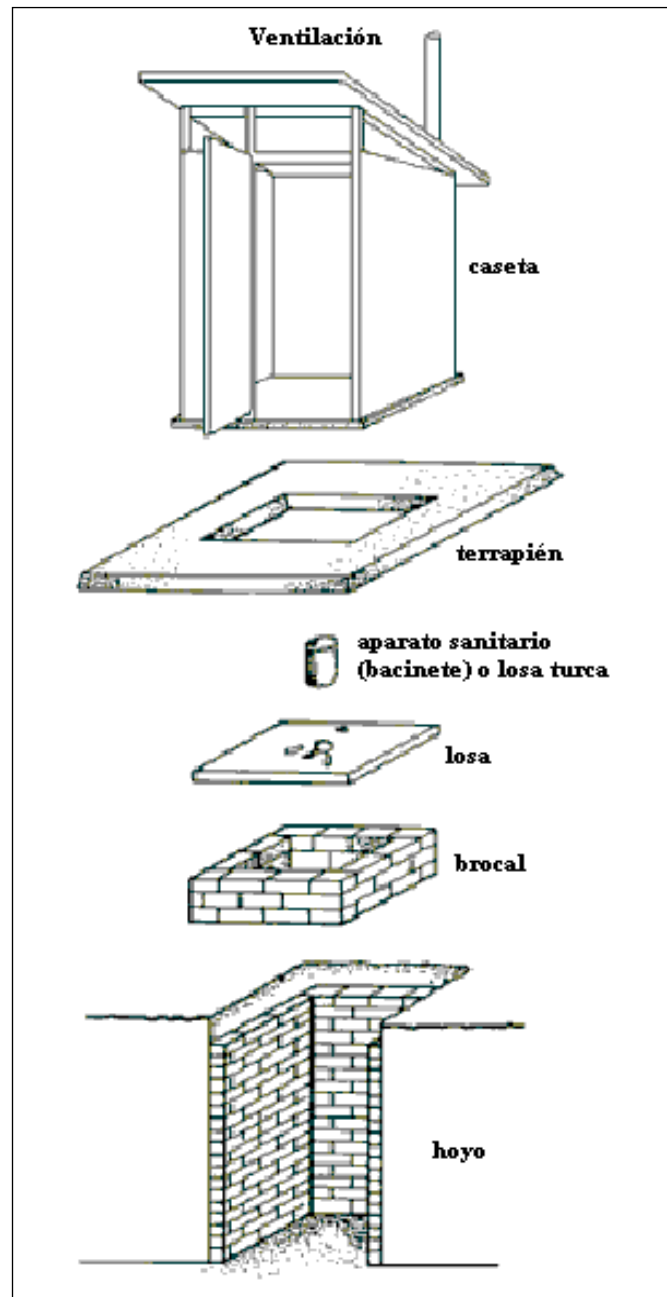
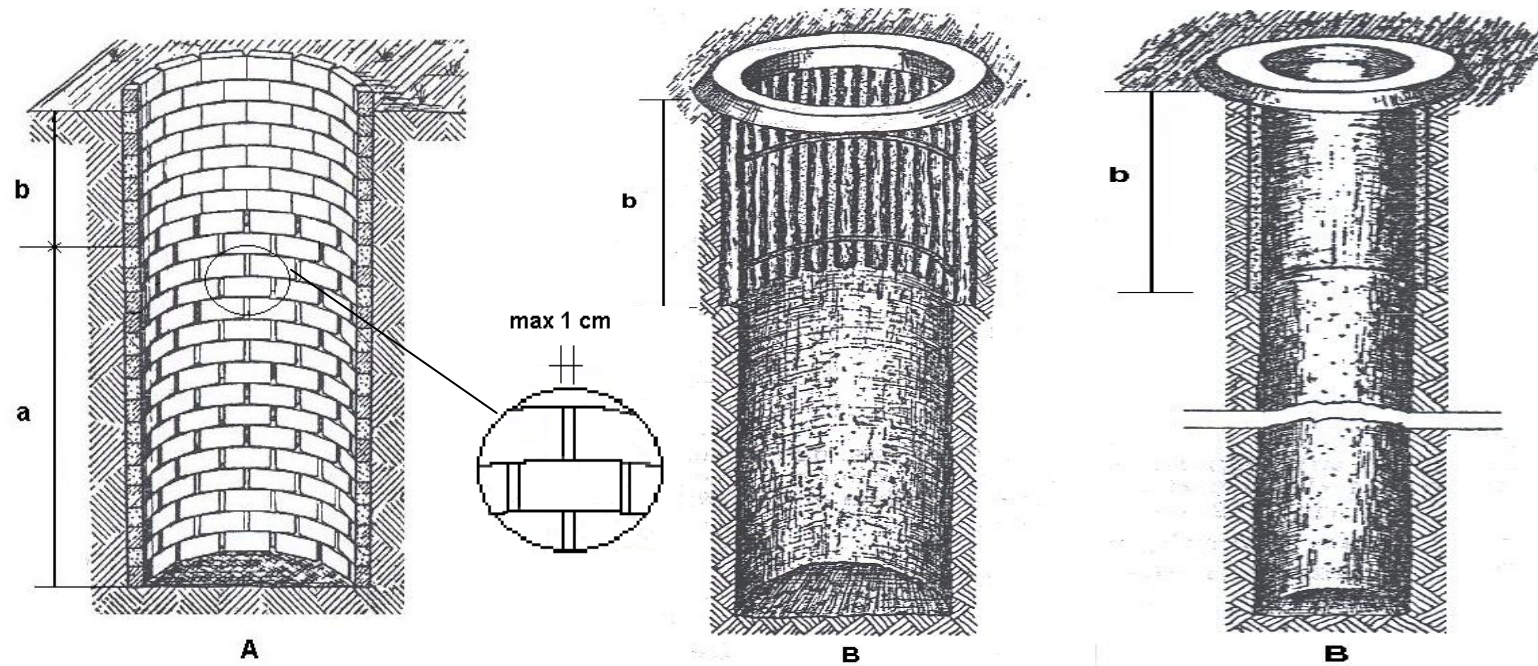


FIGURA Nº 1. COMPONENTES DE LA LETRINA DE POZO VENTILADO



- a = Juntas abiertas (por debajo de la tubería de entrada).**
- b = Juntas rellenas de mortero (entre 0,40 a 0,60 m).**
- A = Pozo redondo con revestimiento de ladrillo, base y piso de madera.**
- B = Pozo redondo con revestimiento parcial de troncos de árbol, base de tierra.**
- C = Pozo perforado con revestimiento, base y piso de hormigón.**

FIGURA Nº 2. DETALLE DE LA PROTECCIÓN DE LAS PAREDES DEL POZO

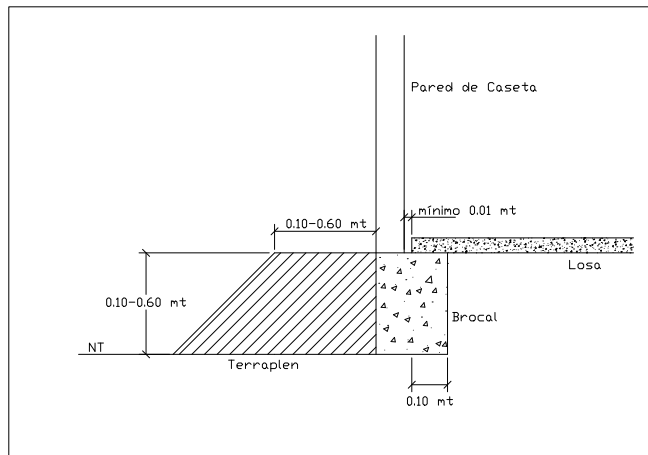


FIGURA Nº 3. DETALLE DEL TERRAPLÉN Y BROCAL

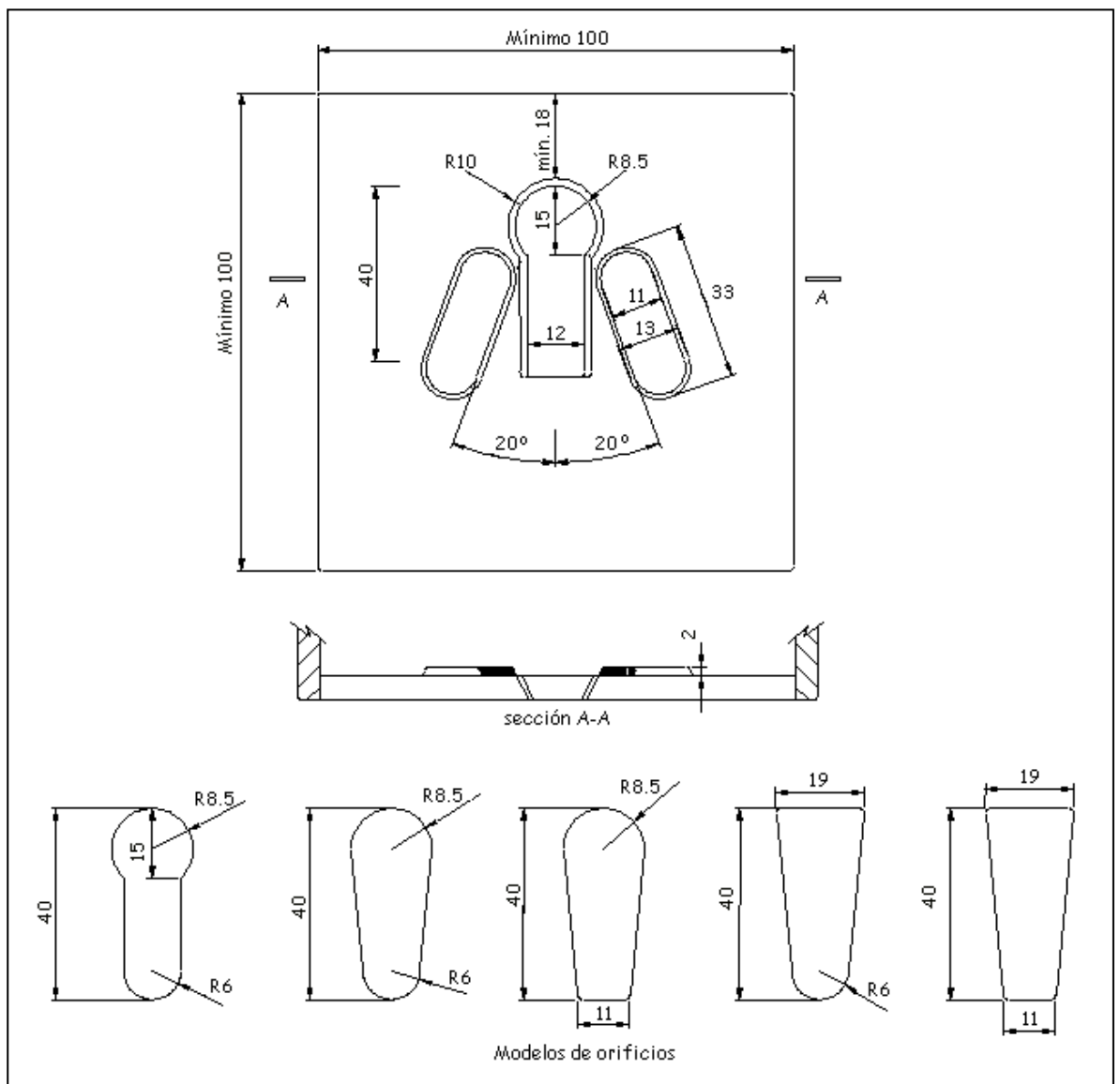


FIGURA Nº 4. DETALLE DE LOSA.

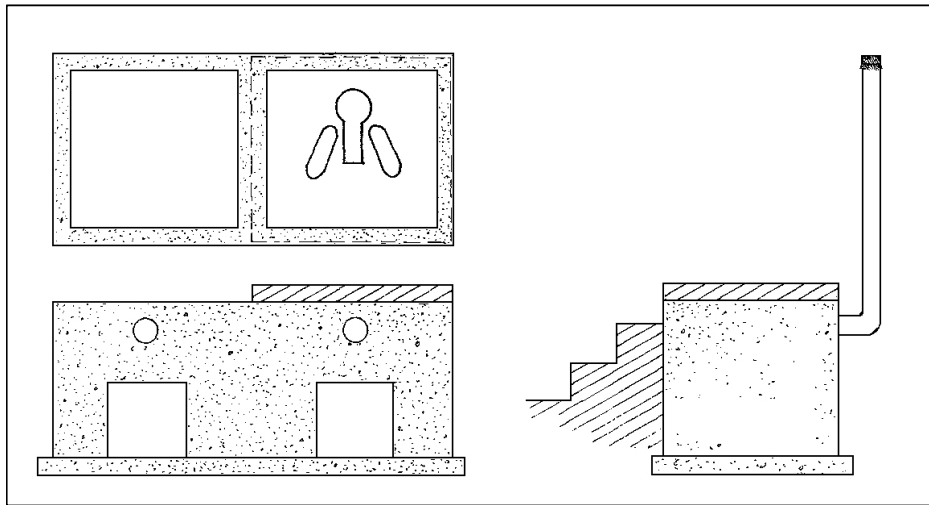


FIGURA Nº 5. LETRINA DE COMPOSTAJE

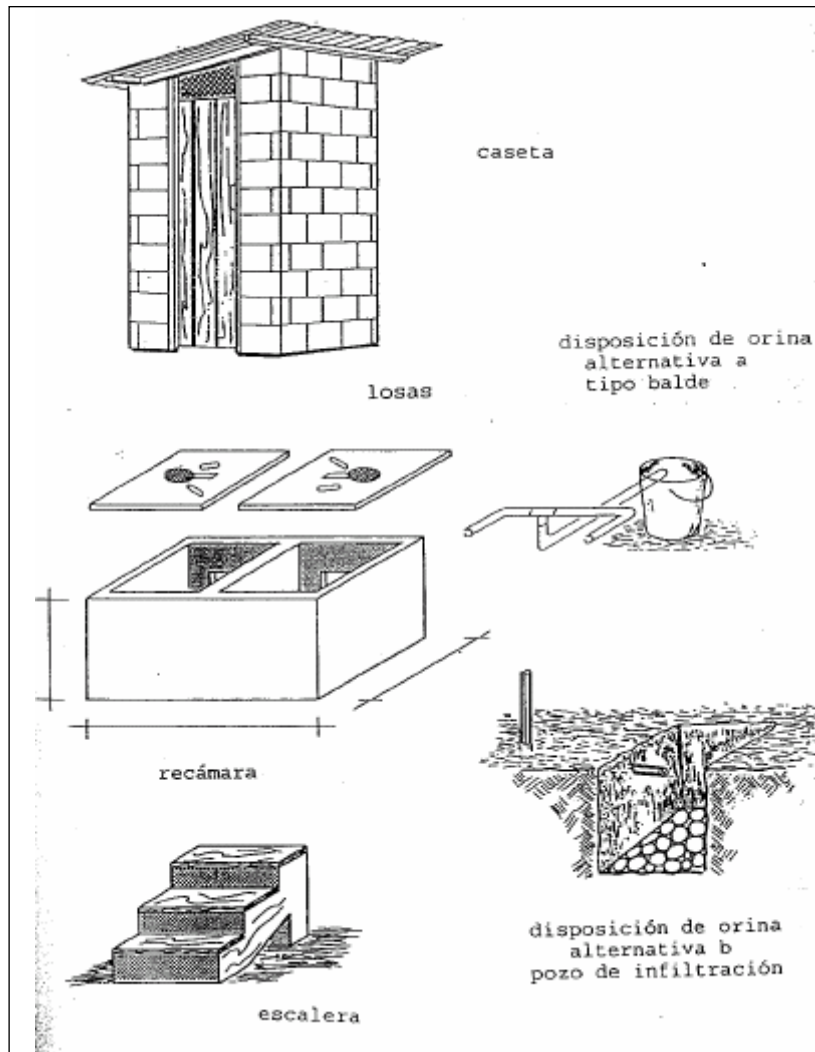


FIGURA Nº 6: COMPONENTES DE LA LETRINA DE COMPOSTAJE

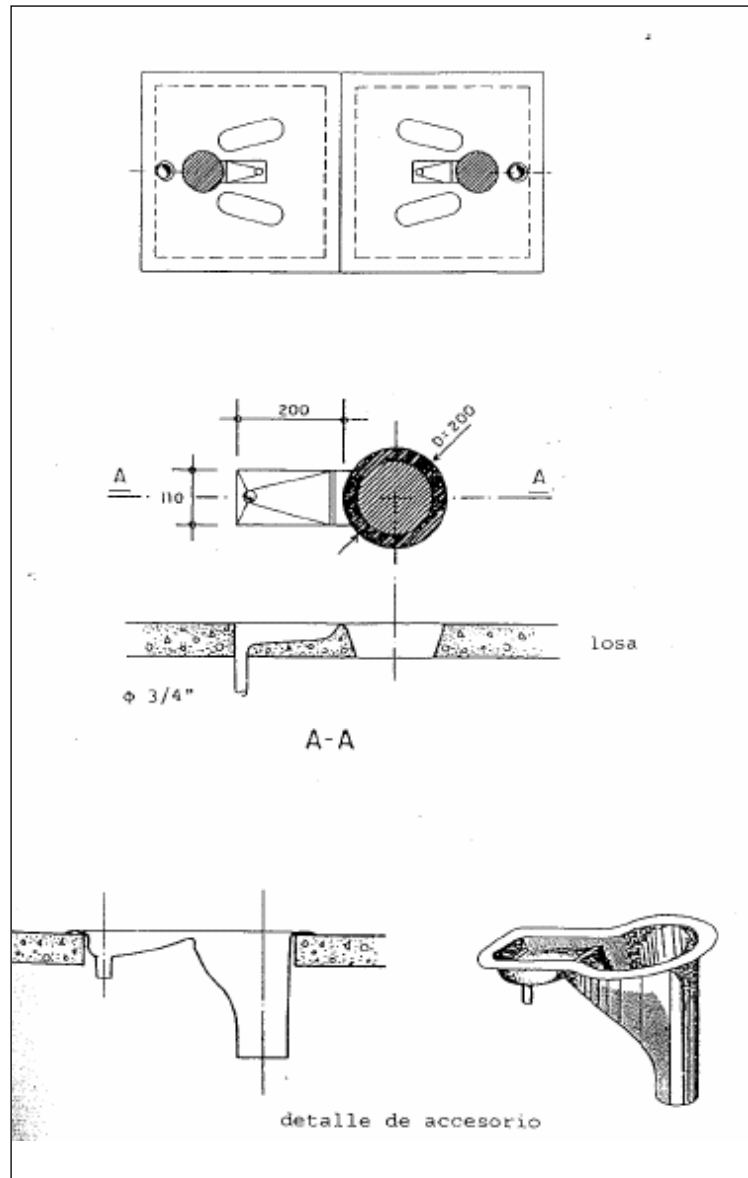


FIGURA Nº 7: DETALLE DE LOSA TURCA Y APARTO SANITARIO PARA LETRINA DE COMPOSTAJE

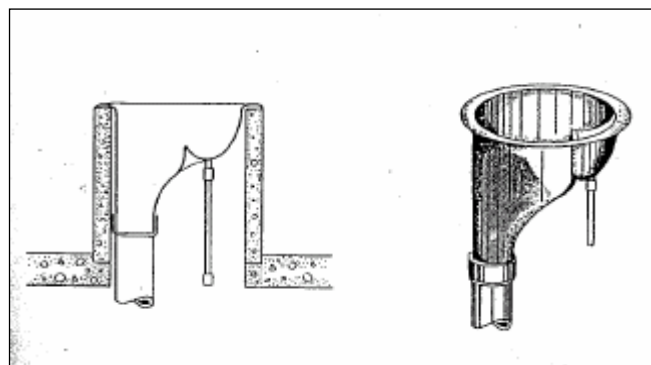


FIGURA Nº 8: TASA SANITARIA PARA LETRINA DE COMPOSTAJE