



*CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA  
SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE*

**SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LOS SERVICIOS  
DE ATENCION DE SALUD**

**METODOLOGIA PARA LA EVALUACION Y  
DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES SANITARIAS DE  
LAS UNIDADES DE SERVICIOS DE ATENCION DE SALUD**



Organización Panamericana de la Salud  
Organización Mundial de la Salud  
Programa de Salud Ambiental



**ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD**

**Programa de Salud Ambiental**

**CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y**

**CIENCIAS DEL AMBIENTE**

**(CEPIS)**

**SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LOS SERVICIOS DE  
ATENCION DE SALUD**

**METODOLOGIA PARA LA EVALUACION Y DIAGNOSTICO DE  
LAS CONDICIONES SANITARIAS DE LAS UNIDADES DE  
SERVICIOS DE ATENCION DE SALUD**

Elaborado por:

Ing. Guillermo León Suematsu  
Oficial Técnico en Tratamiento de Aguas Residuales

Ing. Carlos Sandoval Quintero  
Profesional Joven Residente en el Area de Tratamiento y Reuso de  
Aguas Residuales

Ing. Carmen Terry Berro  
Profesional Joven Residente en el Area de Tratamiento y Reuso de  
Aguas Residuales

Ing. Fernando Larrea Idiarte  
Profesional Joven Residente en el Area de Control de Pérdidas y  
Uso Eficiente del Agua

Ing. Gina Wharwood  
Profesional Joven Residente en el Area de Residuos Sólidos

Lima, Perú  
Marzo 1992

## INTRODUCCION

Durante la epidemia del cólera se puso de manifiesto, una vez más, el deterioro de la infraestructura sanitaria de los servicios de atención de salud en el país y la ausencia de programas de saneamiento ambiental, en los esquemas de funcionamiento de los mismos.

Los hospitales, centros de salud y postas médicas son establecimientos de alto riesgo de contaminación no sólo dentro de su infraestructura física, sino también fuera de ella, ya que a través de la disposición y manejo de los desechos que se producen en ellos se pueden transportar y dispersar contaminantes al ambiente.

El 38% (113,845 pacientes) de los casos de cólera que se presentaron en 1991 en Perú a partir del brote de la epidemia fueron hospitalizados, convirtiéndose los hospitales y centros de salud en que se atendieron dichos casos, en lugares de concentración y dispersión de una gran masa contaminante contenida en las heces y vómitos de los pacientes del cólera con los cuadros clínicos más severos.

La dispersión del *Vibrio cholerae* se realiza a través de las redes de alcantarillado ya que los hospitales no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales antes de descargarlas a la red pública. La baja cobertura de tratamiento de las aguas residuales municipales (En Perú, menos del 18% del volumen producido tiene algún grado de acondicionamiento), la contaminación de los cuerpos de agua receptores de las descargas de agua residual y el reuso de aguas servidas que en forma indiscriminada se realiza en las principales ciudades del país, principalmente para el riego de hortalizas, plantea la necesidad de priorizar la reducción de la carga contaminante contenida en los desagües hospitalarios ya que éstos constituyen uno de los factores de riesgo importantes en la diseminación de patógenos, y entre ellos el *Vibrio cholerae*, en el ambiente.

De otro lado, algunos de los residuos sólidos generados en los servicios de atención de salud, son residuos peligrosos por su carácter infeccioso, tales como los generados en las salas de atención de las enfermedades infectocontagiosas, salas de emergencia, laboratorios clínicos y bancos de sangre; o potencialmente peligrosos como los producidos en salas de maternidad, cirugía, morgues y laboratorios de radiología. Tales desechos al no ser manejados adecuadamente y no contar con sistemas de disposición final, se convierten en factores de riesgo para la salud de los trabajadores y de contaminación del ambiente.

El deterioro de las instalaciones hidráulicas sanitarias y la falta de continuidad en el sistema de abastecimiento de agua, pueden provocar el deterioro de la calidad de agua suministrada por las empresas de agua potable, o de las fuentes propias de hospitales y centros de salud, constituyéndose en otro factor de riesgo para la salud de los consumidores.

El CEPIS/OPS ha elaborado, a solicitud del Ministerio de Salud del Perú, una propuesta de metodología para la implementación del Programa de Saneamiento Ambiental en los Servicios de Atención de Salud, la cual se desarrollará como modelo en un centro hospitalario de Lima Metropolitana para ser aplicada posteriormente en el resto del país.

## **I. OBJETIVO**

Esta propuesta de metodología presenta como objetivo general dotar de herramientas y mecanismos técnicos de fácil implementación para realizar diagnósticos y evaluaciones de las condiciones sanitarias de los servicios de atención en salud.

La información obtenida permitirá proponer sistemas que mejoren sus condiciones sanitarias.

Se considera que los componentes: **agua potable, tratamiento de aguas residuales de las zonas de alto riesgo de contaminación y, el manejo, recolección y disposición de residuos sólidos**, son los de mayor prioridad desde el punto de vista del saneamiento ambiental.

La metodología incluye las actividades , cronograma y recursos necesarios para su ejecución.

Como punto de partida, deben ser desarrolladas actividades comunes a cada uno de los componentes con las cuales se obtendrán datos básicos para el proyecto.

## **II. INFORMACION BASICA GENERAL**

### **1. Datos generales**

- Nombre de la Unidad de Servicio de Atención de Salud (hospital, centro de salud, etc.);
- Especialidad;
- Fecha de inicio de funcionamiento;
- Tipo de edificación y número de pisos;
- Número de camas ocupadas durante la caracterización;
- Número de personal asistencial y administrativo;
- Número de consultas externas;
- Número de camas de hospitalización;
- Número de operaciones diarias;
- Información adicional sobre alguna característica especial del centro hospitalario.

Para el acopio de información básica puede aplicarse la encuesta adjunta (Anexo N°

### **2. Información estadística básica sobre infraestructura de funcionamiento**

3. Planos arquitectónicos, hidráulicos y sanitarios

La Unidad de Servicio de Atención de Salud, deberá designar funcionarios de las áreas administrativas y operativas que participarán durante el desarrollo del proyecto.

### III. METODOLOGIA

Para cada uno de los componentes a evaluar, se presenta a continuación un programa de actividades con su correspondiente cronograma:

#### COMPONENTE: AGUA POTABLE

1. Verificar en campo la información suministrada por los planos respecto al sistema de distribución y almacenamiento de agua potable. Definir puntos de aforo y muestreo, y acondicionarlos para facilitar esta actividad.
2. Obtener información general del sistema
  - 2.1 Número y ubicación de las acometidas.
  - 2.2 Diámetro, material y estado de las acometidas.
  - 2.3 Existencia de medidores de caudal, diámetro, tipo y edad de funcionamiento.
  - 2.4 Líneas de conducción. Diámetros, material y estado.
  - 2.5 Mediciones de caudal y presión en las acometidas antes de llegar a las cisternas.
  - 2.6 Almacenamiento. Capacidad, material y estado.
  - 2.7 Sistema de bombeo. Número de bombas, potencia, diámetros, caudales y edad.
  - 2.8 Sistema de distribución. Número de tanques elevados, sistemas hidroneumáticos, material, capacidad y edad de funcionamiento.
  - 2.9 Tubería de distribución. Diámetros, material y edad de funcionamiento.
  - 2.10 Válvulas y dispositivos. Material y estado.
  - 2.11 Sanitarios y grifos. Cantidad, clase y estado.

3. Determinar de acuerdo a las características físicas del sistema, la forma de realizar los aforos de caudales. Los métodos a utilizar pueden ser:

- 3.1 Mediante medidor registrador de caudales, el cual puede ser mecánico o ultrasónico.

- 3.2 Volumétricamente, utilizando para ello las cisternas existentes.

- 3.3 Mediante el empleo de recipientes de volumen conocido.

4. Capacitar al personal encargado de realizar los aforos, inspección sanitaria y toma de muestras

La medición de caudales deberá realizarse durante un período mínimo de una semana y hacer compatible esta información con la cantidad de personas hospitalizadas, personal de servicio, administrativos, etc. para encontrar valores de demanda real de agua potable.

5. Muestreo y análisis

Se determinarán parámetros físico-químicos y bacteriológicos de interés: cloro residual, conductividad, pH, nitratos y coliformes totales y fecales en los diferentes puntos de muestreo identificados en el sistema. Adicionalmente se deberá determinar la dureza del agua en un punto de muestreo ubicado antes de la alimentación de los sistemas de calentamiento (calderas). Esta caracterización deberá realizarse en un día de muestreo.

6. Análisis de resultados

7. Diseño de las mejoras para optimización del sistema de agua potable

8. Elaboración de metrado y presupuesto de la optimización del sistema de agua potable

9. Elaboración de planos y memorias técnicas de la optimización del sistema de agua potable

10. Informe

11. Ejecución de los proyectos de mejoramiento

**COMPONENTE: AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE AREAS  
CONSIDERADAS COMO DE ALTO RIESGO DE CONTAMINACION**

Se han definido como zonas de alto riesgo de contaminación, a aquellas salas en que se tratan enfermedades infectocontagiosas transmisibles por medio hídrico como cólera, fiebre tifoidea, salmonellosis, hepatitis, etc.. Adicionalmente se considera las salas de emergencia y los laboratorios clínicos.

Una vez obtenida la información básica de la unidad de servicio de atención de salud, deben ser desarrolladas las siguientes actividades:

1. Identificar los pabellones con efluentes de alto riesgo de contaminación.
2. Verificar en campo la información suministrada por los planos respecto al sistema de recolección y conducción de las aguas residuales. Definir los sitios de aforo y muestreo, y acondicionarlos para facilitar dicha actividad.
3. Determinar de acuerdo a las características físicas de las descargas la forma de realizar los aforos y las tomas de muestras y capacitar al personal encargado de las mediciones, teniendo en cuenta las siguientes alternativas: método volumétrico, método de sección-velocidad y método de pendiente-sección (ver Anexo N° 2). De no ser posible la aplicación de alguno de estos métodos se estimará el caudal de aguas residuales en función al consumo de agua potable (medición de caudal y/o gasto de los aparatos sanitarios).
4. Muestreo y análisis

Se determinarán los siguientes parámetros: DBO, Temperatura, pH, Sólidos Sedimentables Totales, Coliformes Fecales y de ser posible, *Vibrio cholerae* (ausencia/presencia). Se tomarán muestras compuestas en períodos de 24 horas, resultantes de la composición de muestras instantáneas tomadas cada dos horas. Para el caso de los parámetros microbiológicos las muestras compuestas deberán ser en períodos de seis horas, resultantes de la composición de tres muestras instantáneas tomadas cada dos horas y analizadas a la brevedad posible luego de la composición para no interferir con la metodología de análisis por el deterioro de la muestra. En ambos casos, para la conformación de la muestra compuesta, los volúmenes tomados de cada muestra instantánea serán proporcionales al caudal instantáneo en los puntos de muestreo.

Esta caracterización deberá realizarse durante un tiempo recomendable de siete días continuos en los puntos seleccionados, de no ser posible la caracterización mínima será de un día.

El volumen de muestra compuesta a ser enviada al laboratorio será de dos litros para los análisis de DBO y sólidos sedimentables y de 500 ml para los análisis de coliformes y de *Vibrio cholerae* (ausencia/presencia).

Para el caso de la toma de muestras instantáneas y la conformación de la muestra compuesta correspondientes a los análisis microbiológicos, deberán utilizarse frascos esterilizados.

Los parámetros: temperatura y pH serán medidos en campo.

5. Obtención de los resultados

Esta actividad corresponde al laboratorio encargado de analizar las muestras.

6. Análisis de resultados

Con los datos obtenidos en campo y los resultados de laboratorio se seleccionará la información válida para el diseño.

7. Diseño del sistema de tratamiento

Debe ser orientado fundamentalmente a la remoción de agentes patógenos para la salud humana, sin dar prioridad a la remoción de carga orgánica. Estos sistemas deben presentar factibilidad de construcción y estar de acuerdo con la capacidad económica y administrativa del centro hospitalario. Considerar además la disponibilidad de terreno para el diseño del sistema.

8. Elaboración de metrado y presupuesto.

9. Elaboración de planos y memorias de cálculo e informes.

10. Ejecución de la obra.

Se recomienda que las labores de ejecución sean apoyadas, en la parte de inspección y supervisión, por los profesionales participantes en el diseño.

**COMPONENTE: RECOLECCION, MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS**

1. Desarrollo de la encuesta específica sobre residuos sólidos

El objetivo de las encuestas es conocer las características de las instalaciones del centro hospitalario, las fuentes de generación interna de los residuos sólidos hospitalarios, así como su manejo y disposición.

Para poder cumplir con el objetivo, se recomienda desarrollar la encuesta general de residuos hospitalarios (Anexo N° 3). Esta ha sido el resultado de probar varios tipos de encuestas en distintos centros hospitalarios de Lima, llegando a encontrar preguntas que pueden ser constatadas con un mínimo de dificultad, lo cual asegura el éxito del trabajo.

Las encuestas deben ser desarrolladas por un encuestador o por una persona autorizada del hospital.

2. Identificación del sistema de recolección y transporte de los residuos sólidos dentro del hospital o centro de salud

- Recolección interna;
- Almacenamiento interno;
- Número de trabajadores de limpieza;
- Horario de trabajo y equipos que usan;
- Tratamiento de los residuos;
- Forma de almacenamiento de los residuos de cocina y repostería;
- Tiempo de permanencia de los residuos en el centro hospitalario;
- Forma de disposición final;
- Almacenamiento, uso y comercialización de los productos reciclados.

3. Identificación de los puntos de generación de acuerdo a la clasificación de los residuos en peligrosos y no peligrosos

Se consideran zonas de producción de residuos peligrosos con carácter infeccioso las salas de atención de enfermedades infectocontagiosas, salas de emergencia, laboratorios clínicos y bancos de sangre, y zonas de producción de residuos potencialmente peligrosos las de salas de maternidad y cirugía, morgues y laboratorios de radiología.

Las zonas de producción de residuos no peligrosos, son las otras salas de atención (cirugía, cardiología, geriatría, etc.), área administrativa, cocina, lavandería, mantenimiento, etc.

4. Identificación del número y tamaños de recipientes requeridos para el almacenamiento de residuos en todas las áreas del hospital o centro de salud.

5. Preparación del plan de recolección de los residuos sólidos para su caracterización

Con la información recolectada se ubicarán los puntos de caracterización, se organizarán y capacitarán los grupos de trabajo para esta actividad y se dispondrán las facilidades de operación.

6. Caracterización

Se determinarán las siguientes características: peso, volumen y densidad, los procedimientos para la realización de esta actividad se encuentran en el anexo N° 4 (Guía de caracterización y análisis de residuos hospitalarios)

7. Procesamiento de información

8. Diseño del sistema de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos

9. Elaboración de metrado y presupuesto de la infraestructura diseñada

10. Informe final

11. Ejecución del proyecto

#### **IV. RECURSOS NECESARIOS**

Para la ejecución de este programa se requiere de los siguientes recursos mínimos:

##### **1. Recursos humanos**

- 1 ingeniero sanitario
- 1 técnico
- 6 auxiliares de campo, para las mediciones y muestreo.
- 1 dibujante
- 1 secretaria

##### **2. Materiales y equipos**

###### Componente agua potable:

- medidores de agua, o materiales de medición según método a aplicar
- cinta métrica
- pH-metro de campo
- comparador de cloro residual
- frascos para toma de muestras para análisis físico-químicos
- frascos esterilizados para análisis microbiológicos
- etiquetas

###### Componente aguas residuales:

- materiales para medición de caudales según método a aplicar.
- cronómetro
- frascos para toma de muestras para análisis físico-químicos
- frascos esterilizados para análisis microbiológicos
- etiquetas
- guantes de jebes
- materiales de limpieza y desinfección de manos y equipos

###### Componente residuos sólidos:

- balanza de pie
- recipientes de plástico de 50 y 100 litros de capacidad
- bolsas plásticas de 35 y 75 litros de capacidad
- regla graduada de un metro
- etiquetas
- guantes de jebes
- materiales de limpieza y desinfección de manos y equipos

## V. BIBLIOGRAFIA

1. **ESTRUCH, Luis; GONZALES, Eugenio**  
Estudio de volúmenes de aguas de consumo, pérdidas y residuales en un hospital clínico quirúrgico docente. En : **Revista cubana de administración de salud**, 10(1): 41-52, ene-mar. 1984.
2. **TRINH, D.T.; ENVIRONMENT CANADA (Canada,CA). ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE.**  
**Exploration camp wastewater characterization an treatment plant assessment.** Canada(CA): EPS, 1981 (Report N° EPS 4-WP-81-1). 44 p.
3. **MEXICO. SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA (México,MX). DIRECCION GENERAL DE PREVENCION Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA.**  
**Elementos para operación de plantas de tratamiento.** México(MX): SEDUE, 1985. 142 p.
4. **COLOMBIA. ASOCIACION DE INGENIEROS SANITARIOS DE ANTIOQUIA (Colombia, CO).**  
**Caracterización y pretratamiento de las aguas residuales industriales.** Colombia(CO): AINSA, 1986. 150 p.
5. **TELLO, Pilar; BENAVIDES, Livia; CEPIS (Lima, PE)**  
**Guía de diagnóstico de la generación y manejo de residuos sólidos hospitalarios en una ciudad (Primer borrador para comentarios).** Lima(PE): CEPIS, 1991. 64 p.

**ANEXO 1**

**ENCUESTA**

**INFORMACION BASICA DE LA UNIDAD DE SERVICIOS DE  
ATENCION DE SALUD**

**INFORMACION BASICA GENERAL DE LA  
UNIDAD DE SERVICIO DE ATENCION DE SALUD**

**1. DATOS GENERALES**

1.1 Institucion a la que pertenece la Unidad de Servicio de Atencion

CODIGO No

FECHA :

Ministerio de Salud (M) FFAA o PNP (Fuerzas Armadas) (F)  
IPSS (Seguro Social) (I) Privado (P)

1.2 Nombre del Centro Hospitalario: .....

1.3 Ubicacion: .....

Telf.: .....

Distrito : ..... Provincia : ..... Departamento : .....

1.3 Area donde se desarrolla la actividad : ..... (m2) Area libre : ..... (m2 o ha)

1.4Codigo de Ubicacion:

1.5 Tipo de Atencion:   
(escriba en el casillero el numero que corresponda)

General (1)	Maternidad (7)	Psiquiatria (13)
Cirugia Estetica (2)	Neumologia (8)	Traumatologia (14)
Emergencias (3)	Neurologia (9)	Cardiologia (15)
Enf. Neoplasicas (4)	Oftalmologia (10)	Gastroenterologia (16)
Geriatría (5)	Otorrinolaringologia (11)	Urologia (17)
Pediatria (6)	Rehabilitacion Fisica (12)	Endocrinologia (18)

1.6 Fecha de Inicio de Funcionamiento:

**2. Tipos de servicio del Centro Hospitalario**  
(Escriba "S" para los servicios que tiene o "N" para los que no tiene)

2.1 Banco de Sangre	<input type="checkbox"/>	2.10 Sala de Quimioterapia	<input type="checkbox"/>
2.2 Consultorios Externos	<input type="checkbox"/>	2.11 Sala Quirurgica	<input type="checkbox"/>
2.3 Emergencias	<input type="checkbox"/>	2.12 Sala de Partos	<input type="checkbox"/>
2.4 Laboratorio de Analisis Clinicos	<input type="checkbox"/>	2.13 Farmacia	<input type="checkbox"/>
2.5 Laboratorio de Microbiologia	<input type="checkbox"/>	2.14 Cocina	<input type="checkbox"/>
2.6 Morgue	<input type="checkbox"/>	2.15 Comedor	<input type="checkbox"/>
2.7 Sala de Hemodialisis	<input type="checkbox"/>	2.16 Imprenta	<input type="checkbox"/>
2.8 Sala de Aislamiento	<input type="checkbox"/>	2.17 Cafeterias (Concesionarios)	<input type="checkbox"/>
2.9 Sala de Radioterapia	<input type="checkbox"/>	2.18 Lavanderia	<input type="checkbox"/>

**3. Datos Estadisticos**

3.1 Numero de Personas que trabaja en el centro hospitalario	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
3.2 Numero de Personas que trabajan en el area asistencial (medicos, enfermeras, auxiliares, laboratoristas)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
3.3 Numero Total de camas (incluyendo cunas)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
3.4 Numero total de consultas externas al dia (promedio)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
3.5 Numero promedio de hospitalizaciones	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
3.6 Numero total de partos al ano	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

## **ANEXO 2**

### **METODOS DE MEDICION DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES**

## **METODOS DE MEDICION DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES**

Para la medición de caudales en redes interiores de alcantarillado y en función de las facilidades de acceso a los puntos de medición y a la disponibilidad de materiales y/o equipos necesarios, se pueden aplicar los siguientes métodos de medición:

### **1. METODO VOLUMETRICO**

Consiste en la medición directa del caudal con un recipiente de volumen conocido y controlando el tiempo de llenado. El caudal (Q), se obtiene aplicando la siguiente relación:

$$Q \text{ (l/s)} = \frac{\text{VOLUMEN DEL RECIPIENTE (l)}}{\text{TIEMPO DE LLENADO (s)}}$$

La medición debe realizarse tres veces como mínimo y el promedio de estas mediciones será el valor de caudal a utilizarse.

Este método es válido sólo para caudales menores a 10 l/s y en puntos de medición donde exista descarga libre y espacio suficiente como para instalar y retirar en forma manual los recipientes. Son adecuados recipientes de 40 a 50 litros de capacidad.

### **2. METODO SECCION - VELOCIDAD**

Este método es aproximado y se basa en la aplicación de la relación:

$$Q \text{ (l/s)} = \frac{\text{Area (m}^2\text{)} \times \text{Velocidad media (m/s)}}{1000}$$

La velocidad media puede ser medida determinando la velocidad superficial, pues éstas están relacionadas por medio de la expresión:

$$\text{Velocidad media (m/s)} = 0.85 \times \text{Velocidad superficial (m/s)}$$

Para la medición de la velocidad superficial se utiliza materiales flotantes como corcho o bolitas de plástico o tecnopor, midiendo el tiempo en que estas recorren la distancia entre dos puntos en el sistema de recolección de desagües, pudiéndose escoger para ello cajas de registro o buzones ubicados en tramos rectos.

El área debe ser determinada midiendo el tirante de agua en la tubería y haciendo uso de las relaciones geométricas: tirante de agua/diámetro de la tubería ( $d/D$ ) y área mojada/área a tubo lleno ( $a/A$ ) (ver figura N° 1 o hacer uso de la tabla N° 1).

Se recomienda realizar un mínimo de cuatro a cinco lecturas para el cálculo de la velocidad superficial y utilizar el valor promedio en el cálculo del caudal.

### 3. METODO DE PENDIENTE-SECCION

Este método de estimación de caudal es posible de aplicar como una aproximación, cuando se conozca o se pueda medir la pendiente de un tramo de tubería de alcantarillado comprendido entre dos cajas de registro o buzones de inspección.

Este método se basa en la aplicación de la fórmula de Manning para conductos de flujo libre:

$$Q \text{ (l/s)} = \frac{1}{n} \cdot a \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

donde:

- a: área mojada, en  $m^2$
- R: radio hidráulico, en m
- n: coeficiente de rugosidad (ver tabla N° 2)

$$R = \frac{\text{Área mojada}}{\text{Perímetro mojado}} = \frac{a}{P}$$

La determinación de la pendiente se realizará con ayuda de un nivel o teodolito, calculando la diferencia de cotas entre los dos puntos de medición y dividiendo este valor por la distancia entre ellos.

Para la estimación del área mojada (a) y el radio hidráulico (R), se mide el tirante (d) y se aplican las relaciones (d/D) y (a/A) indicadas en el método anterior.

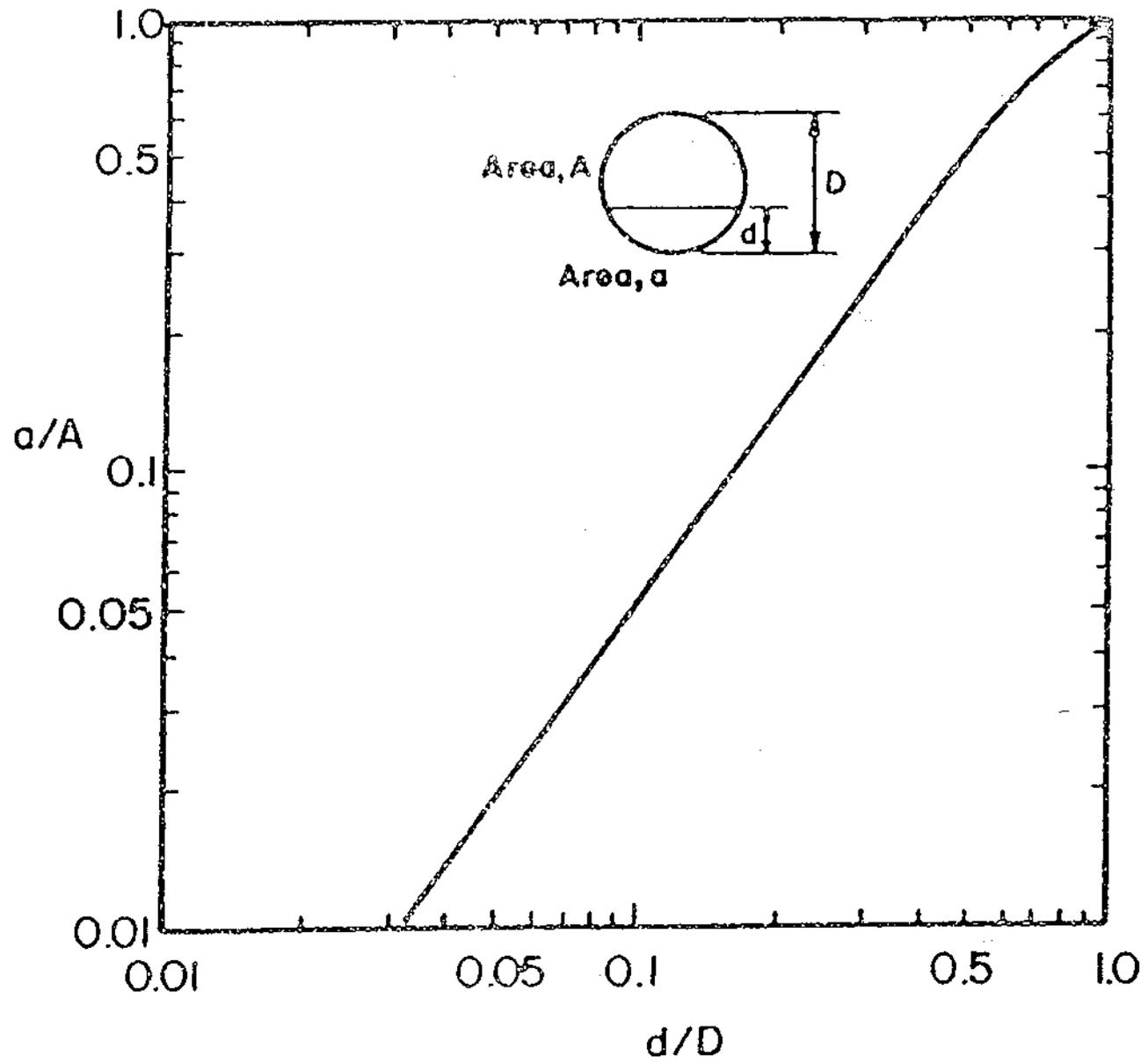
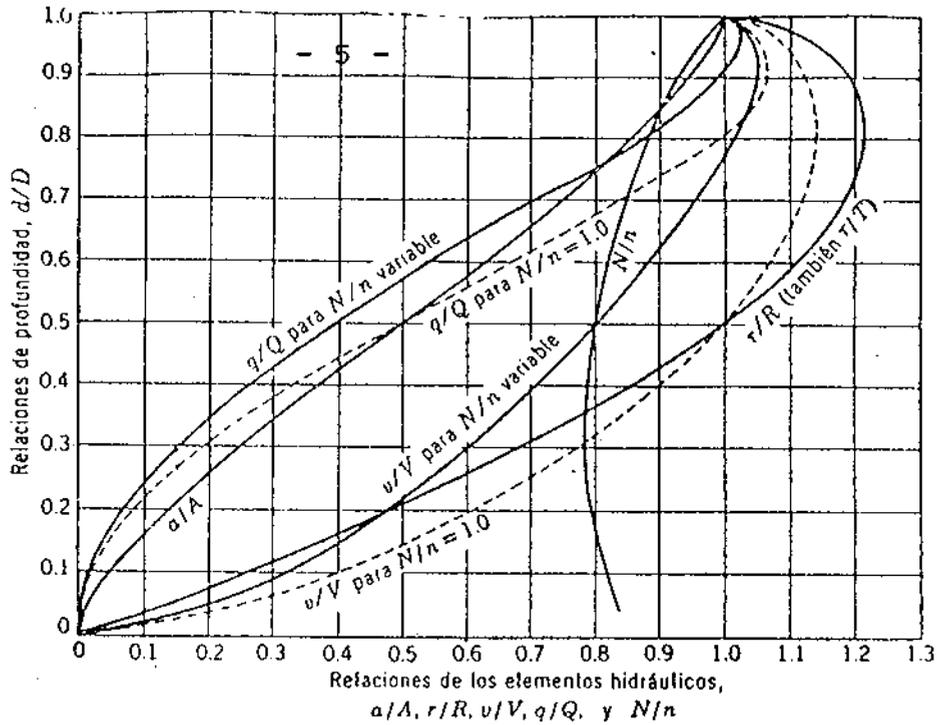


FIGURA N° 1



Elementos hidráulicos básicos de albañales circulares para todos los valores de rugosidad y pendiente.

Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular  
(Sin corrección por variaciones en aspereza con la profundidad)

Angulo central:  $\cos \frac{1}{2}\theta = 1 - 2d/D$

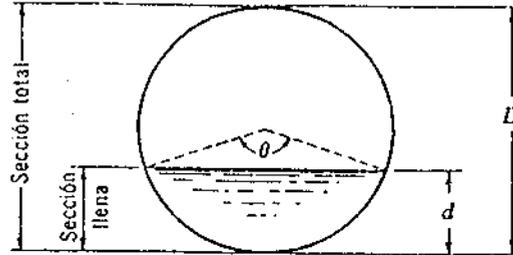
$$\text{Area: } \frac{D^2}{4} \left( \frac{\pi\theta}{360} - \frac{\text{sen } \theta}{2} \right)$$

Perímetro húmedo:  $\pi D\theta/360$

Radio hidráulico:

$$\frac{D}{4} \left( 1 - \frac{360 \text{ sen } \theta}{2\pi\theta} \right)$$

Velocidad:  $\frac{1.49}{n} r^{2/3}$



Profundidad $d/D$ (1)	Area $a/A$ (2)	Radio hidráulico			Velo- cidad $v/V$ para $N/n = 1.0$ (6)	Des- carga $q/Q$ = 1.0 (7)	Rugo- sidad $N/n$ (8)
		$r/R$ (3)	$R/r$ (4)	$(r/R)^{3/2}$ (5)			
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.00
0.900	0.949	1.192	0.839	1.030	1.124	1.066	0.94
0.800	0.858	1.217	0.822	1.033	1.140	0.988	0.88
0.700	0.748	1.185	0.843	1.029	1.120	0.838	0.85
0.600	0.626	1.110	0.900	1.018	1.072	0.671	0.83
0.500	0.500	1.000	1.00	1.000	1.000	0.500	0.81
0.400	0.373	0.857	1.17	0.975	0.902	0.337	0.79
0.300	0.252	0.684	1.46	0.939	0.776	0.196	0.78
0.200	0.143	0.482	2.07	0.886	0.615	0.088	0.79
0.100	0.052	0.254	3.94	0.796	0.401	0.021	0.82
0.000	0.000	.....	.....	.....	.....	0.000	.....

TABLA N° 1

**ALGUNOS VALORES MEDIOS DE  $n$  EMPLEADOS EN LAS FORMULAS DE KUTTER Y MANNING Y DE  $m$  EN LA FORMULA DE BAZIN**

Tipo de canal abierto	$n$	$m$
Cemento muy pulido, madera muy bien acepillada	0,010	0,11
Madera acepillada, acequias de duelas de madera nuevas, fundición	0,012	0,20
Tubería de alcantarillado bien vitrificada, buena mampostería, tubería de hormigón, ordinario, madera sin acepillar, acequias de balasto liso	0,013	0,29
Tubería de alcantarillado de arcilla ordinaria y tubería de fundición ordinaria, cemento con pulido ordinario	0,015	0,40
Canales de tierra, rectos y bien conservados	0,023	1,54
Canales de tierra dragados en condiciones ordinarias	0,027	2,36
Canales labrados en roca	0,040	3,50
Ríos en buenas condiciones	0,030	3,00

TABLA N° 2

## **ANEXO 3**

### **ENCUESTA GENERAL DE RESIDUOS SOLIDOS HOSPITALARIOS**

## RESIDUOS SOLIDOS

1. Existe en el Centro Hospitalario alguna clasificacion para el manejo de residuos solidos Si o No
2. Responsable del manejo de los residuos solidos   
 M mixto: Cuando el propio personal del hospital y de la empresa privada juntos)  
 H Propio Hospital  
 P Empresa Privada
3. Horarios del personal que trabaja en el manejo de residuos solidos.

TURNOS DE TRABAJO	PERSONAL
1er:	
2do:	
3er:	

4. Generacion de Residuos Solidos:

Indicar la cantidad de Residuos Generados.

Tiempo.

Kilogramos  K

Litros  L

Dia  D

Semana  S

Para el caso de litros se toma en cuenta los volumenes de los recipientes (cilindros, sansones, etc)

	CANTIDAD	UNIDADES
4.1 Residuos comunes (oficinas, biblioteca, pasillos, jardines, etc)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
4.2 Residuos de Hospitalizacion	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
4.3 Residuos de consulta externa y emergencias	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
4.4 Residuos de salas quirurgicas	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
4.5 Residuos de Laboratorios	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
4.6 Cantidad de Residuos de Cocina y Alimentos	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>
4.7 Cantidad total de Residuos Generados	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="text"/>

5. Recoleccion Interna de residuos solidos (escriba en los casilleros la letra S para los que utilizan y N para los que no utilizan:

- 5.1 Recipientes sin ruedas (baldes, tachos o cajas de carton)
- 5.2 Carrito abierto
- 5.3 Carrito cerrado
- 5.4 Portabolsas
- 5.5 Conducto vertical

6. Almacenamiento de Residuos Solidos se realiza en:

- 6.1 Cilindros o Contenedores
- 6.2 Bolsas desechables
- 6.3 Suelo

El almacenamiento Interno de los Residuos Solidos:  
C Para Ambiente Cerrado A Al aire libre

7. Recuperacion y reciclaje de residuos solidos:

- |   | SI                       | NO                       |                  |
|---|--------------------------|--------------------------|------------------|
| HAY APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS .....           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | PARA QUE ? ..... |
| HA PENSADO EN RECICLAR LOS RESIDUO .....            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | COMO ? .....     |
| HA PENSADO UTILIZAR COMO ENERGIA LOS RESIDUOS ..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | COMO ? .....     |
| HA PENSADO COMERCIALIZAR LOS RESIDUOS .....         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | COMO ? .....     |

8. La recuperacion la hace:

- |                                     | SI                       | NO                       | La comercializacion la hace:        | SI                       | NO                       |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| EL PROPIO CENTRO HOSPITALARIO ..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | EL PROPIO CENTRO HOSPITALARIO ..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| TERCERAS PERSONAS .....             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | TERCERAS PERSONAS .....             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

9. Marque los subproductos recuperados:

- |                          |                          |                           |                          |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| BOTELLAS DE VIDRIO ..... | <input type="checkbox"/> | PLACENTAS .....           | <input type="checkbox"/> |
| PAPELES Y CARTONES ..... | <input type="checkbox"/> | RESTOS DE ALIMENTOS ..... | <input type="checkbox"/> |
| PLACAS DE RAYOS X .....  | <input type="checkbox"/> | OTROS .....               | <input type="checkbox"/> |

10. Marque los subproductos comercializados:

- |                          |                          |                           |                          |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| BOTELLAS DE VIDRIO ..... | <input type="checkbox"/> | PLACENTAS .....           | <input type="checkbox"/> |
| PAPELES Y CARTONES ..... | <input type="checkbox"/> | RESTOS DE ALIMENTOS ..... | <input type="checkbox"/> |
| PLACAS DE RAYOS X .....  | <input type="checkbox"/> | OTROS .....               | <input type="checkbox"/> |

11. Transporte de residuos solidos para disposicion final:

FRECUENCIA :

- |                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| MUNICIPALIDAD .....              | <input type="checkbox"/>       |
| CONTRATISTAS .....               | <input type="checkbox"/>       |
| PROPIO CENTRO HOSPITALARIO ..... | <input type="checkbox"/>       |
| HORARIO DE RECOJO .....          | <input type="text" value="1"/> |

- |                          |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| <input type="checkbox"/> | 1 | DIARIA           |
| <input type="checkbox"/> | 2 | INTERDIARIA      |
| <input type="checkbox"/> | 3 | 2 VECES/SEMANA   |
| <input type="checkbox"/> | 4 | 1 VEZ POR SEMANA |

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| TIPO DE VEHICULO ..... | <input type="checkbox"/> |
|------------------------|--------------------------|

- |   |   |
|---|---|
| 1 | CAMION CAJA ABIERTA, DE BARANDA O SIMILAR |
| 2 | CAMION CAJA CERRADA                       |
| 3 | VOLQUETE                                  |
| 4 | COMPACTADOR                               |
| 5 | CAMIONETA DE CUALQUIER TIPO               |
| 6 | OTRO                                      |

12. DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

- | 1. INCINERADOR         | SI                       | NO                       |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| TIENE INCINERADOR      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| ESTA FUNCIONANDO       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| DA SERVICIO A TERCEROS | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. DISPOSICION FINAL FUERA DEL CENTRO HOSPITALARIO:

INCINERADOR DE OTRO CENTRO HOSPITALARIO .....	<input type="checkbox"/>
RELLENO SANITARIO .....	<input type="checkbox"/>
BOTADERO .....	<input type="checkbox"/>
QUEMA A CIELO ABIERTO .....	<input type="checkbox"/>
ENTIERRA DENTRO O CERCA DEL CENTRO HOSPITALARIO .	<input type="checkbox"/>
NO SABE .....	<input type="checkbox"/>

13. GENERACION DE RESIDUOS RADIOACTIVOS:

	SI	NO
1. EXISTEN RESIDUOS RADIOACTIVOS .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. TIENEN TRATAMIENTO PREVIO .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ESTADO DE LOS RESIDUOS .....

L LIQUIDA  
S SOLIDA  
A AMBOS

4. DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS RADIOACTIVOS

AL DESAGUE DOMESTICO .....	<input type="checkbox"/>
INCINERADOR DE OTRO CENTRO HOSPITALARIO .....	<input type="checkbox"/>
RELLENO SANITARIO .....	<input type="checkbox"/>
BOTADERO .....	<input type="checkbox"/>
QUEMA A CIELO ABIERTO .....	<input type="checkbox"/>
ENTIERRA DENTRO O CERCA DEL CENTRO HOSPITALARIO .	<input type="checkbox"/>
NO SABE .....	<input type="checkbox"/>

14. GENERACION DE RESIDUOS LIQUIDOS

	SI	NO
USO DE TRITURADORES .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVACUACION PREVIO TRATAMIENTO .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PERSONAS CONTACTADAS EN EL CENTRO HOSPITALARIO:

NOMBRES	CARGO
_____	_____
_____	_____
_____	_____

ENCUESTADOR:

NOMBRE DEL ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_

## **ANEXO 4**

### **GUIA DE CARACTERIZACION Y ANALISIS DE RESIDUOS SOLIDOS HOSPITALARIOS**

## INDICE

1.	INTRODUCCION . . . . .	A.4.2
2.	CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS . . . . .	A.4.2
2.1	<u>Procedimiento para la recolección de las muestras</u> . . . . .	A.4.3
2.2	<u>Modelo y código de identificación de las muestras</u> . . . . .	A.4.4
2.3	<u>Procedimiento y formato para la toma de datos</u> . . . . .	A.4.6
2.4	<u>Método de análisis para determinar la cantidad de residuos</u> . . . . .	A.4.11
2.5	<u>Método de análisis para determinar la densidad</u> . . . . .	A.4.11
2.6	<u>Método de análisis para determinar la composición física</u> . . . . .	A.4.12
2.7	<u>Preparación de la muestra para los análisis fisicoquímicos</u> . . . . .	A.4.13
2.8	<u>Método de análisis para determinar la humedad</u> . . . . .	A.4.14
2.9	<u>Método de análisis para determinar el poder calórico</u> . . . . .	A.4.16
2.10	<u>Método de análisis para determinar sólidos volátiles y cenizas</u> . . . . .	A.4.20
2.11	<u>Método de análisis para determinar azufre</u> . . . . .	A.4.20
3.	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO Y EN EL AMBIENTE DE TRABAJO	A.4.22
3.1	<u>Medidas para el personal del grupo de trabajo</u> . . . . .	A.4.22
3.2	<u>Medidas de protección personal recomendadas al equipo</u> . . . . .	A.4.23
3.3	<u>Otras medidas de seguridad</u> . . . . .	A.4.23
4.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS . . . . .	A.4.24

## 1. INTRODUCCION

En todas las ciudades, por pequeñas que éstas sean, existen servicios de salud donde se da atención a los enfermos. Estos centros generan residuos tanto líquidos como sólidos. Los primeros, en la mayoría de los casos, son vertidos directamente al desagüe, mientras que los sólidos se convierten en un problema cada vez mayor ya que, por lo general, son tratados como domésticos a pesar de existir un porcentaje de residuos peligrosos.

Se ha identificado que existen metodologías estándares para análisis de residuos sólidos domésticos, tanto para países industrializados como para los de la Región, pero no las hay para residuos hospitalarios, donde la información es dispersa.

Esta guía tiene por finalidad brindar una metodología para realizar la caracterización de residuos sólidos hospitalarios, así como aclarar el objetivo por el cual se realizan los distintos análisis. La caracterización es la técnica que permite saber qué contiene una muestra de residuos sólidos y brindar la información necesaria de cantidad y calidad de manera que permita mejorar el manejo de los mismos.

Las metodologías presentadas, han sido obtenidas en la bibliografía, habiendo sido modificadas parcialmente según las experiencias del estudio de caso en el Perú.

## 2. CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS

La caracterización está basada en análisis físicos y químicos del material a estudiar. Los análisis que se realizan tienen finalidades distintas y éstas varían de acuerdo a las necesidades de la operación básica que se va a realizar en el manejo de estos residuos, como son almacenamiento, recolección interna, transporte y disposición final.

Los análisis necesarios para determinar las características del almacenamiento en las estaciones intermedias y finales son la frecuencia de recolección y la producción por cama, es decir, la cantidad de residuos producida. Con esto se puede establecer la forma, tamaño y material de los receptáculos a fin de asegurar su fácil manejo y condiciones higiénicas.

En la determinación de las características de recolección es necesario conocer la frecuencia de recojo, para lo cual se debe saber:

- composición física de la basura
- recursos disponibles para la recolección
- humedad de la basura
- condiciones sanitarias

Mientras que para determinar el sistema de disposición es necesario saber:

- cantidad del residuo
- composición física

Si se trata de incinerar, es importante conocer:

- humedad
- poder calórico
- sólidos volátiles y cenizas: los residuos con valores elevados en sólidos volátiles indican la presencia de gran cantidad de materia combustible como: papel, cartón, trapos, etc.
  
- contenido de azufre: sirve para evaluar el potencial de contaminación del aire generado por el incinerador, pues el azufre se transforma en dióxido de azufre durante la incineración, generando graves problemas de contaminación ambiental. El valor máximo de azufre en los residuos para incineración debe ser del 2%. Los residuos de ortopedia proporcionan un elevado porcentaje de azufre por la gran cantidad de sulfatos existentes (1).
  
- contenido de nitrógeno (orgánico, amoniacal)
- contenido de fósforo (fosfatos)

Si se va a realizar un reciclaje de algunos residuos que no constituyen peligro, se deberá saber:

- procedencia de los residuos
- composición física de los residuos
- cantidad de cada componente

## 2.1 Procedimiento para la recolección de la muestra

Para tener una idea más clara sobre la cantidad de residuos que los centros hospitalarios generan se deberán seguir los siguientes procedimientos:

- Establecer un convenio o contrato con el centro hospitalario donde se va a realizar la caracterización. Esto permitirá la continuidad y seriedad de las tomas de muestras y la finalización del trabajo de manera satisfactoria.
  
- Acompañar las rutas y horarios de limpieza, recolección y transporte interno de los residuos. Esto permite identificar los puntos de generación y acumulación de residuos durante 24 horas en un día, cualquiera de la semana, con la finalidad de ubicar los lugares para dejar las bolsas para el muestreo.
  
- Se dividen los pisos y secciones del hospital en áreas que sean fáciles de controlar y que contribuyan con un monto de basura de similar magnitud.

- Los residuos producidos en 24 horas deberán almacenarse en la bolsa plástica previamente identificada, una por cada punto de generación.
- Se deberá realizar un número de muestras estadísticamente representativas que completen la variación diaria (de lunes a domingo) para la determinación de peso y densidad. Se considera que 15 muestras representan la recolección de las mismas durante dos semanas (considerando que la primera muestra se descarta). Para composición física se realiza un mínimo de tres muestras por semana de manera interdiaria.
- Una vez identificados los puntos de generación se dejará la bolsa vacía y se colocará la hora en la etiqueta. Se debe verificar que en ese lugar no haya basura acumulada.
- Se deberá determinar el número exacto de bolsas necesarias para ubicarlas en los puntos de generación. Las bolsas deben ser de 0.4 ó 0.5 mm de espesor y se usan bolsas del tamaño de los recipientes de recolección de basura del hospital.
- La etiqueta de identificación de la muestra deberá tener la siguiente información: hora (entrega y recojo de la bolsa), día, año, mes, número de la estación, piso, sección, código, temperatura, operador y observaciones. Esta información se encuentra de forma más detallada en el acápite 2.3.
- Si la bolsa tiene vidrios, plásticos duros o excesiva humedad, éstos se colocarán dentro de una bolsa plástica adicional para protegerla de ruptura o derrame.
- Cuando se realiza la limpieza y recolección de los residuos, se pueden retirar las bolsas y colocar la hora de recojo.
- Al recoger las bolsas se deberá verificar que cuenten con la etiqueta de identificación legible.
- Las bolsas se almacenan en un lugar ya establecido donde no exista el riesgo de mezclarse y donde se pueda revisar que cuenten con la etiqueta debidamente llenada.
- Se recomienda autoclavar los residuos para eliminar el riesgo de contaminación, siempre y cuando sólo se realicen los análisis de pesado, densidad y composición física. No es recomendable cuando se va a efectuar el resto de análisis.

## 2.2 Modelo y código de identificación de las muestras

### 2.2.1 Modelo de identificación de la muestra

La identificación de las bolsas en los puntos de generación, como en las muestras ya preparadas, se hará mediante etiquetas o tarjetas adheridas a ellas, de manera que éstas no puedan confundirse unas con otras.

- La etiqueta para identificación de las muestras en el punto de generación se presenta como Figura 1.

Identificación de la muestra	
Código: _____	Estación: _____
Piso: _____	Sección: _____
Año: _____	Mes: _____
Día inic.: _____	Día fin: _____
Hora inic.: _____	Hora fin: _____
Operador: _____	
Observaciones: _____	
_____	
_____	
_____	

13 cm

8 cm

Figura 1

Código: Se describe en el acápite 2.2.2.  
Estación: Punto de generación (ejemplo: sala de operaciones 2, laboratorio de microbiología)  
Piso: Es el piso del centro hospitalario  
Sección: Area a la que pertenece (ej.: laboratorio, pediatría, sala de operaciones)  
Día de inicio: El número y nombre del día que se deja la bolsa vacía  
Día de fin: El número y nombre del día que se recoge la bolsa con los residuos  
Hora inicio: Hora en que se deja la bolsa vacía  
Hora fin: Hora en que se recoge la bolsa con residuos  
Operador: Nombre y apellido de la persona que manipula la bolsa. Se puede poner el nombre de la persona que limpia en ese punto de generación y el nombre de la persona que se encarga de dejar la bolsa y recogerla, o sea la que pertenece al equipo de muestreadores  
Observaciones: Se indicará cualquier anomalía que se encuentre al recoger la bolsa (rota, mojada, totalmente llena o si existe basura sobrante alrededor, etc.)  
Se indica la temperatura de la muestra cuando ésta difiere con respecto al ambiente, y la temperatura del ambiente.

- La etiqueta de identificación de la muestra preparada para análisis será como se muestra en la Figura 2. Esta identificación será usada en el acápite 2.7.

Identificación de la muestra preparada

Código: \_\_\_\_\_  
Día: \_\_\_\_\_ Mes: \_\_\_\_\_ Año: \_\_\_\_\_  
Observaciones: \_\_\_\_\_

---

---

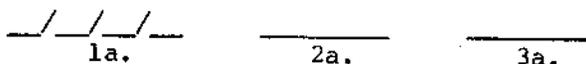
---

6.5 cm

13 cm  
Figura 2

### 2.2.2 Código de identificación de la muestra

El código tiene tres partes, como se muestra a continuación:



- Primera parte. Corresponde al lugar donde pertenece la muestra. El centro hospitalario tiene que ser sectorizado de acuerdo a los puntos de generación. Se coloca el piso y las iniciales del punto de generación. Se ocupa cuatro espacios.
- Segunda parte. Corresponde al día en que se recogió la muestra. Se utilizan dos dígitos.
- Tercera parte. Corresponde al mes y al tipo de muestra, o sea si ésta es original o duplicada. Se utilizan tres espacios como máximo, de los cuales los dos primeros de la izquierda corresponden a los dígitos del mes y el último a la letra A o B para el caso que sea muestra original o duplicada, respectivamente.

Ejemplo: S1 AL/09/06A (Sótano 1, almacén, 09 de junio, muestra original).  
02 S0/14/09B (2° piso, salas de operaciones, 14 setiembre, muestra duplicada)

### 2.3 Procedimiento y formatos para la toma de datos

La toma de datos constituye una parte importante en el trabajo de análisis.

Es importante utilizar formatos diseñados de manera adecuada para cada tipo de análisis, con contenidos claros y ágiles que permitan al investigador llenarlos sin dificultad, teniendo en cuenta las unidades y parámetros en los que está trabajando. Se presentan ejemplos de formatos que pueden ser útiles en la recopilación de datos obtenidos de los análisis.

Antes de pesar las muestras es recomendable llenar los datos generales y los casilleros "Punto de generación" de los formatos F1, F2, F3. Es también muy útil trabajar en simultáneo los formatos F1 y F2 (ver las indicaciones en el acápite 2.3.2).

Las operaciones matemáticas que se tengan que realizar en los formatos se efectúan terminada la caracterización.

2.3.1 Formato para la toma de datos en análisis para determinar la cantidad de residuos sólidos (F-1)

En el casillero "Otra basura" se consideran los residuos reciclables que no se juntan con el resto de la basura (por ejemplo, botellas, cajas, etc.).

- El "peso" incluye el de la basura y del recipiente. Para determinar el peso neto se tiene que restar el peso del recipiente.

Este formato podrá ser utilizado para muestras originales y duplicadas, según sea el caso.

- El valor del casillero "3" (peso neto) es de cada tipo de "otra basura" seleccionada.

2.3.2 Formato para la toma de datos en análisis para determinar la densidad de residuos sólidos (F-2)

El valor del casillero "2" (Peso neto de la basura) es el dato obtenido del formato F-1.

- Cuando se trabaja en simultáneo, llenar sólo el casillero "5" (volumen) del formato F-2.

2.3.3 Formato para determinar la composición física de los residuos (F-3)

- A manera de verificación, el resultado de la suma de los pesos netos parciales por tipo de residuos clasificados debe coincidir con el valor del casillero "4" del formulario F-1.

- Se deberá contar con una lista adicional que indique los pesos de los recipientes utilizados para pesar cada tipo de residuo. Estos recipientes estarán identificados con letras, por ejemplo, 5A, lo que significa 5 Kg en el recipiente A que pesa 0.1Kg.; por lo tanto, el peso neto será 4.9 Kg.







#### 2.4 Método de análisis para determinar la cantidad de residuos

Determinación de la cantidad (3):

- Preparar 2 recipientes de 50 y 100 litros y una balanza con capacidad de pesar desde 100 gramos hasta 10 kilos.
- Pesar los recipientes y la bolsa vacía.
- Existen dos formas de hallar el peso y el volumen de la basura, estas son:
  - a) Se colocan los residuos en el recipiente sin hacer presión y se sacude de manera que se llenen los espacios vacíos en el mismo. Se pesa y luego por diferencia se obtiene el peso neto de los residuos. Este procedimiento se realiza para cada fuente de generación.
  - b) Se pesan las bolsas con residuos sin abrirlas directamente en la balanza y por diferencia se obtiene el peso neto de los residuos.

Se coloca la bolsa con residuos dentro del recipiente sin hacer presión y se sacude de manera que se llenen los espacios vacíos, luego se mide la altura que alcanzarán los residuos dentro del recipiente, así como el diámetro para hallar el volumen.

Se debe pesar toda la basura generada en el punto establecido, en el caso de existir botellas de suero u otro material previamente separado (reciclado), éste debe ser pesado e inventariado. Puede pesarse separado del resto de la basura, pero este valor es sumado al peso del punto de generación de donde procede.

#### 2.5 Método de análisis para determinar la densidad

- Obtenido el peso por punto de generación (de acuerdo al método anterior) se determina el volumen que ocupó la basura pesada en el recipiente.
- No se considera ni el peso ni el volumen de residuos a reciclar (botellas, cajas, etc.).
- Se obtiene la densidad de la basura por punto de generación al dividir su peso en kilogramos entre el volumen del recipiente en metros cúbicos.

$$D = \frac{P}{V}$$

donde:

- D = densidad de la basura (Kg/m<sup>3</sup>)
- P = peso de la basura (Kg)
- V = volumen de la basura en el recipiente (m<sup>3</sup>)

- La densidad total de la basura se obtendrá al dividir el valor de la suma de los pesos netos entre el valor de la suma de los volúmenes.

## 2.6 Método de análisis para determinar la composición física

Este método tiene como objetivo conocer todos los componentes de los residuos hospitalarios (3).

- Como la cantidad de residuos recogida por cada punto de generación es pequeña, se inspeccionará en detalle el contenido de cada bolsa originada en cada punto de generación.
- La clasificación es hecha por dos personas situadas una frente a la otra, las cuales separan manualmente la basura y la colocarán en distintas bandejas pre-seleccionadas según su categoría.

Terminada la selección en cada bolsa, se pesan las bandejas con cada componente. Se da por terminada la faena cuando toda la basura de cada bolsa ha sido separada en sus componentes.

- Las bandejas deberán estar identificadas de acuerdo al tipo de residuos, los cuales pueden ser:
  - . papel
  - . cartón,
  - . residuos de alimentos (servidos)
  - . residuos de cocina
  - . plásticos duros,
  - . plásticos de bolsas
  - . moldes de yeso
  - . cenizas
  - . vidrios (botellas, láminas, placas, etc.)
  - . caucho, goma
  - . metales
  - . trapos
  - . gasas, algodones
  - . películas, placas de rayos X
  - . tumores, piezas orgánicas, huesos, animales muertos
  - . medios de cultivo
  - . lodos
  - . Otros
- Terminada la clasificación se resta el peso obtenido menos el peso del recipiente que lo contiene, determinando así el peso de cada componente.
- Luego, se suman los pesos y se confronta con el peso de la bolsa de la cual se extrajo los residuos. De esta manera, se pueden calcular los porcentajes de cada tipo de residuos para cualquier punto de generación.

- Se obtiene el porcentaje de cada componente teniendo los datos del peso total y el peso de cada tipo de residuos.
- Se necesita efectuar todo el trabajo de campo con la mayor rapidez posible, ya que durante la operación la basura va perdiendo humedad. En consecuencia, un menor tiempo da como resultado una mayor exactitud en las mediciones.
- A los restos de alimentos de cocina y enfermos no se les realiza composición física, porque representan un gran volumen de residuos de características comunes.

Si se pretende que todos los residuos generados por el centro hospitalario no sean incinerados, sino sólo los que constituyen un problema en su disposición final por sus características especiales y peligrosas, entonces sólo se analizará la composición física a las bolsas de los puntos de generación que representan un problema por sus características como morgue, sala de operaciones, hemodiálisis, sala de enfermos aislados, banco de sangre y sala de quimioterapia.

Esta selección de lugares permite que el volumen a caracterizar sea menor y, por lo tanto, el tiempo de exposición de estos residuos también lo sea. Además, no se abren las bolsas provenientes de morgue, banco de sangre (con bolsas de sangre), sala de aislamiento y cultivos microbiológicos, por el alto riesgo que representan y a lo conocido de su composición física.

## 2.7 Preparación de la muestra para los análisis fisicoquímicos

- Se juntan los residuos clasificados, según lo explicado en el acápite 2.6, de todas las estaciones del centro hospitalario.
- Se cortan los trozos de residuos de mayor tamaño hasta que queden de 5 x 5 cm, o menos.
- El material que puede ser reciclado, como: botellas de suero, papel de computadora, restos de comida, etc.; deberá separarse y no triturarse.
- Se homogeneizará la muestra mezclándola toda.
- El montón se divide en cuatro partes y se escogen dos opuestas para formar otra muestra respectiva más pequeña. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes, luego se escogen dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra de un kilogramo de basura o menos (2).
- Es conveniente separar algunos productos inertes como plásticos, gomas, caucho, vidrio, metales, cerámica, piedras y cualquier otro que no absorba humedad.
- Con la muestra de un kilogramo se va a realizar los análisis.

- Esta muestra se colocará en un recipiente hermético y será conducida de inmediato al laboratorio.
- El resto de los residuos que quede de lo separado para los análisis se mezcla y se desecha de inmediato, de preferencia en bolsas cerradas.

Como este tipo de residuos es muy difícil de homogeneizar por las características de su contenido (piezas anatómicas, sangre, etc.), se puede preparar una muestra de cada componente y determinar su humedad, poder calórico, sólidos volátiles, cenizas y contenido de azufre por separado, y luego hallar el valor del total de forma teórica a partir del porcentaje de existencia del componente dentro de una muestra compuesta. Para este caso no se consideran los productos inertes que se indican anteriormente.

## 2.8 Método de análisis para determinar la humedad

### 2.8.1 Método 1 (Ref. 1)

#### Equipo

- Horno de secado (103°C)
- Desecador de vidrio
- Recipientes para muestras, con tapa
- Balanza graduada (a 0.1 g)

#### Procedimiento

- Calentar el horno a 103°C lo que permitirá remover elementos volátiles como amoníaco y/o líquidos.
- Dividir la muestra de 50-100 g de basura fresca.
- Ponerla en los recipientes previamente pesados y numerados y cubrir inmediatamente.
- Previamente sacar y botar todos los materiales inorgánicos como plásticos, gomas, vidrio, caucho, metales, cerámicas, piedras y otros que no absorban humedad.
- Secar el material a peso constante, asegurándose bien de tener el recipiente destapado, una vez en el horno.
- Dejar las muestras por 48 horas.
- Enfriar las muestras sobre una superficie seca o en un desecador de vidrio.
- Pesar las muestras.

### Cálculos

$$\% \text{ de humedad (base húmeda)} = \frac{100 \times \text{pérdida de peso}}{\text{peso húmedo neto}}$$

#### 2.8.2 Método 2 (Ref. 2)

##### Equipo

- Un horno de secado
- Un frasco secador grande o un armario con una sustancia higroscópica o un desecador de vidrio
- Recipientes para las muestras (los botes de aluminio cerrados de 3.5 pulgadas de diámetro y 2 pulgadas de profundidad)
- Una balanza graduada a una décima de gramo y con capacidad para 200 g

##### Procedimiento

- Se pesan los recipientes para las muestras.
- Se toman en los recipientes las muestras duplicadas de 50 a 100 g de residuos orgánicos triturados frescos y se cubren inmediatamente. Los materiales inorgánicos como vidrio, metales y cerámica de media pulgada o mayores se eliminan. No hay que comprimir el material.
- Se pesan los recipientes con las muestras en su interior con precisión de un decigramo, antes que transcurra una hora.
- Se secan a 75°C en el horno de secado con las tapas medio abiertas o sin tapas, hasta que su peso sea constante. Es suficiente secar las muestras de menos de 60% de contenido de humedad durante 24 horas en un horno que tenga circulación de aire a presión, aunque es preferible secarlas durante 48 horas.
- Se sacan los recipientes del horno y se dejan enfriar en un frasco secador o desecador de vidrio.
- Se pesan los recipientes.
- Se vuelven a secar por 1 ó 2 horas.
- Se repiten los últimos dos pasos.
- Si durante el segundo secado (por 1 ó 2 horas) se produce una pérdida de peso menor que el 1% del peso original (muestra húmeda) se da por terminado el proceso.
- Si la pérdida de peso en el segundo secado es mayor que el 1% del peso original, se seca por una hora más y se repite la operación hasta cumplir la condición indicada en el punto anterior.

## Cálculo

$$\% \text{ de humedad (base húmeda)} = \frac{100 \times \text{pérdida de peso}}{\text{peso húmedo neto}}$$

### 2.9 Método para determinar el poder calórico

#### 2.9.1 Método 1 (Método analítico) (Ref. 2)

##### Equipo

- Un calorímetro de bomba de oxígeno
- Una conexión para el llenado de oxígeno
- Un cilindro de oxígeno (corriente)
- Un regulador de presión (corriente)
- Una balanza con capacidad neta para 5 kg
- Un horno de secado
- Un frasco secador grande
- Una balanza analítica

##### Reactivos

- Agua destilada
- Solución de carbonato de sodio, 0.0725N
- Se disuelven 3.84 gramos de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  en agua destilada y se diluye hasta completar un litro.
- Indicador naranja de metilo o rojo de metilo.

##### Procedimiento

- Estudiar y cumplir al detalle las instrucciones del fabricante del calorímetro.
- Se pesa hasta un décimo de miligramo entre 0.8 y 1.2 gramos de la muestra previamente molida y resecada directamente en la cápsula metálica de combustión.
- El alambre fusible se instala entre los dos electrodos de la bomba de oxígeno, se pone la cápsula en el soporte de la abrazadera de uno de los electrodos y se coloca una cantidad determinada de agua destilada (1 ml) en la bomba.
- Se pone la cabeza de la bomba dentro del cilindro y se atornilla la tapa firmemente con la mano mediante una argolla de contacto.
- Se conecta la válvula de entrada de oxígeno al cilindro que contiene este gas y se deja penetrar lentamente el oxígeno hasta llegar a una

- presión de 30 atms. Luego se cierra la válvula de entrada de oxígeno y se desconecta la bomba.
- El balde del calorímetro se llena con 2,000 g (+ 0.5 g) de agua destilada para que la bomba quede sumergida en ella y completamente cubierta. La temperatura del agua deberá estar aproximadamente a 1.5°C bajo la temperatura ambiente.
  - Se sumerge la bomba en el balde, se conectan los bornes de los electrodos con el circuito de ignición y se coloca la tapa con el termómetro y el agitador.
  - Se pone el agitador en marcha y se mantiene la agitación durante cinco minutos antes de empezar con las lecturas de temperatura. En seguida se lee el termómetro cada 60 segundos y se anotan las temperaturas con aproximación de una milésima durante otros cinco minutos por lo menos.
  - Al final de este período preliminar se cierra el circuito de ignición y se anota la temperatura al momento de ignición.
  - Se hace la lectura y anotación de las temperaturas a los 45, 60, 75, 90 y 105 segundos después de producido el encendido y luego a intervalos de un minuto hasta que se haya llegado al valor máximo de la temperatura.
  - Alcanzada la temperatura máxima se siguen anotando las temperaturas, ahora decrecientes, durante otros cinco minutos.
  - Una vez anotada la última lectura, se detiene el motor, se remueve la tapa, se desconectan los bornes de ignición y se retira la bomba del calorímetro.
  - Se espera durante unos cinco minutos y en seguida se dejan escapar lentamente los gases abriendo la válvula de salida. Se destornilla la tapa de la bomba y se revisa cuidadosamente para cerciorarse que no queden partículas combustibles sin quemar. En caso de haberlas, se descarta el ensayo.
  - Se lava bien el interior de la bomba, inclusive la tapa con la válvula y la cápsula, con un chorro de agua destilada, y se vierte el lavado en un vaso de precipitación. Se hace la titulación del lavado usando la solución de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 0.0725N y el indicador naranja de metilo. Se conserva la solución que queda después de la titulación a fin de usarla en la prueba de azufre.
  - Cuidadosamente se remueven los excesos del alambre fusible no quemados y se miden.
  - Se hace la prueba de azufre conforme al manual del fabricante del calorímetro.

### Cálculos

Para el cálculo del poder calórico superior se deben utilizar las instrucciones del fabricante de la bomba en cuestión, pues éstas dependen del tipo de bomba que se utilice.

Como puede haber interés por conocer datos en B.T.U./libra, se presenta a continuación la ecuación para la conversión a esta unidad:

$$\text{B.T.U./libra} = (\text{caloría/gramo}) \times 1.8$$

Se calcula el poder calórico inferior a partir del poder calórico superior, deduciéndose 1,030 B.T.U. por una libra (572 calorías por gramo) de agua proveniente de una cantidad unitaria (una libra o un gramo respectivamente) de material, incluyéndose tanto el agua proveniente de la humedad como la formada por combustión. 4

#### 2.9.2 Método 2 (Método teórico para estimar el poder calórico de la basura)

Para facilitar el cálculo del poder calórico de la basura, en primer lugar se adoptan los siguientes valores, como el poder calorífico de cada componente seco:

a.	Papel y cartón .....	4,000 Kcal/kg
b.	Trapos .....	4,000 Kcal/kg
c.	Madera y follaje .....	4,000 Kcal/kg
d.	Restos de alimentos .....	4,000 Kcal/kg
e.	Plástico, caucho y cuero .....	9,000 Kcal/kg
f.	Metales .....	0 Kcal/kg
g.	Vidrios .....	0 Kcal/kg
h.	Suelo y otros .....	0 Kcal/kg

En segundo lugar, se supone que toda la humedad de la basura está en los componentes de las clases a, b, c y d.

Se calcula el poder calorífico superior de la basura (Ps) como sigue:

---

\*B.T.U. (British Thermal Unit) = Caloría que se necesita para aumentar la temperatura de una libra de agua por 1°F bajo la presión atmosférica de 1 atm.

	Composición húmeda (%)	Composición seca (%)	Poder calorífico superior (Kcal/kg)
a. Papel y cartón	a		
b. Trapos	b	a+b+c+d-W	$\frac{a+b+c+d-W}{100} \times 4,000$
c. Madera y follaje	c		
d. Restos de alimentos	d		
e. Plástico, caucho y cuero	e	e	$\frac{e}{100} \times 9,000$
f. Metales	f	f	
g. Vidrios	g	g	$\frac{f+g+h+W}{100} \times 0$
h. Suelo y otros	h	h	
i. Agua	-	W	
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>40(a+b+c+d-W) + 90e Kcal/kg</b>

Por lo tanto, el poder calorífico superior de la basura (Ps) está dado por la ecuación siguiente:

$$Ps \text{ (Kcal/kg)} = 40(a + b + c + d - W) + 90e$$

Se calcula el poder calorífico inferior de la basura (Pi) usando la siguiente ecuación:

$$Pi \text{ (Kcal/kg)} = Ps - \frac{W}{100} \times 600 = Ps - 6W$$

Cuando se trata de seleccionar el proceso de incineración como un método de tratamiento de la basura con el objeto de reducir su volumen y recuperar energía, hay que revisar el poder calorífico inferior de la basura usando las siguientes normas:

- Pi para incinerar la basura sin combustible auxiliar - cuando menos 1,000 Kcal/kg
- Pi para recuperar energía - cuando menos 1,500 Kcal/kg

2.10 Método para determinar sólidos volátiles y cenizas (Ref. 2)

Equipo

- Un horno de secado
- Una balanza analítica
- Un frasco secador grande o desecador de vidrio
- Crisoles de porcelana
- Un horno de mufla con pirómetro indicador y control de la temperatura por reostato (se deben alcanzar temperaturas de 650°C)

Procedimiento

- Se transfieren unos 5 gramos de residuos secados y molidos de la muestra en un crisol previamente incinerado y tratado ( $W_1$ ).
- Se vuelve a secar los residuos en el crisol a 75°C en el horno de secado durante dos horas.
- Se saca el crisol del horno y se deja enfriar en el frasco secador.
- Se pesa el crisol ( $W_2$ ) y se determina el peso neto seco de la muestra ( $W_2 - W_1$ ).
- Se coloca el crisol en el horno de mufla frío, se aumenta la temperatura del horno gradualmente hasta 650°C y se mantiene esta temperatura durante dos horas.
- Se saca el crisol del horno y se deja enfriar en el frasco secador.
- Se pesa el crisol ( $W_3$ ) y se determina el peso de la ceniza ( $W_3 - W_1$ ).

Cálculos

$$\% \text{ sólidos volátiles} = \frac{100 \times (W_2 - W_3)}{(W_2 - W_1)}$$

$$\% \text{ ceniza} = \frac{100 \times (W_3 - W_1)}{(W_2 - W_1)}$$

2.11 Método de análisis determinar azufre (Ref. 1)

Equipo

- Placa caliente u otra fuente de calor
- Crisoles de porcelana

- Mufla (de 600°C a 900°C)
- Horno de secado
- Desecador de vidrio
- Balanza analítica
- Vasos de precipitado (250 y 400 ml)
- Papel filtro (Whatman No. 41 y 42)
- Vidrios-reloj estriados
- Pipetas volumétricas

#### Reactivos

- Agua para lavado
- Indicador metil orange; 1 ml de solución saturada de metil orange por litro de agua destilada
- Hidróxido de amonio concentrado
- Acido clorhídrico concentrado
- Solución de agua bromurada concentrada
- Solución de cloruro de bario al 10%

#### Procedimiento

- Recoger el lavado de la bomba, que sigue a la combustión de la muestra (test de poder calorífico) que no pese más de un gramo. NOTA: Lavar hasta que no se observe reacción ácida adicional y asegurarse que se agrega todo el precipitado al vaso en que se recoge el lavado.
- Titular el lavado con una solución estándar de carbonato de sodio (0.0725N), para determinar la corrección ácida.
- Después de la neutralización, agregar 1 ml de hidróxido de amonio concentrado ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), calentar la solución hasta hervir y filtrar a través de papel filtro rápido (Whatman No. 41) dentro de un vaso de precipitado de 400 o 600 ml.
- Lavar el papel filtro y los residuos con agua destilada caliente.
- Agregar agua suficiente al vaso de precipitado, de modo que el volumen total de la solución sea aproximadamente 250 ml.
- Neutralizar la solución con HCl concentrado y añadir 2 ml en exceso.
- Agregar 10 ml de agua bromurada saturada.
- Evaporar la solución a aproximadamente 200 ml sobre una placa caliente u otra fuente de calor.
- Agregar lentamente a la solución 10 ml de cloruro de bario al 10%, mientras se agita.
- Luego de dos minutos de agitar, tapar el vaso de precipitado con un vidrio-reloj estriado y reducir el volumen a 75 ml en una placa caliente u otra fuente de calor.

- Dejar que el precipitado sedimente y enfriar. NOTA: El período de enfriamiento podrá ser de 1 a 12 horas, dependiendo de la muestra analizada.
- Filtrar el precipitado a través de un papel filtro (Whatman No. 42).
- Lavar el papel filtro con agua destilada caliente hasta asegurarse que esté libre de cloruros.
- Transferir el papel filtro conteniendo el precipitado a un crisol previamente secado y pesado.
- Secar y carbonizar el papel filtro a baja temperatura sin que arda.
- Poner el crisol en la mufla y elevar la temperatura a 600°C. El crisol deberá permanecer a esta temperatura por dos horas en la mufla.
- Enfriar en un desecador de vidrio hasta alcanzar la temperatura ambiente.
- Pesar de nuevo el crisol. 2

#### Cálculos

$$\% \text{ de azufre en la muestra} = \frac{\text{peso de BaSO}_4 \times 13,734}{\text{peso de la muestra}}$$

### 3. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO DE ANALISIS DE MUESTRAS

#### 3.1 Medidas para el personal del grupo de trabajo

- Deben conocer el cronograma de trabajo, su naturaleza y responsabilidades, así como el riesgo al que van a estar expuestos para, de esta forma, evitar errores en la toma de datos y accidentes en el manipuleo.
- Se deberán vacunar contra tétano, tifoidea y hepatitis.
- Se les debe realizar un chequeo médico general que comprenda como mínimo examen de tuberculosis y hemoglobina, para verificar un buen estado de salud.
- El personal del laboratorio deberá pasar por el chequeo médico y la administración de vacunas.
- El personal debe encontrarse en perfecto estado de salud, no tener problemas gripales leves ni heridas pequeñas en la mano o brazo.

### 3.2 Medidas de protección personal recomendadas al equipo

- No debe comenzar su trabajo sin contar con su equipo de protección personal puesto ya que los riesgos se dan desde la recolección de la muestra.
- El equipo de protección personal estará compuesto por: guardapolvo o mameluco, guantes, respirador o protector respiratorio, botas de jebe.
- Los guantes deberán ser reforzados en la palma y dedos para evitar cortes y punzadas y se colocarán por encima de la manga del guardapolvo o mameluco.
- Debe sujetarse el cabello para que no se contamine, de preferencia ponerse un gorro.
- El pantalón deberá colocarse dentro de la bota.
- No se debe estar sacando y poniendo el respirador, ni los lentes, si los usara, durante el muestreo y análisis.

### 3.3 Otras medidas de seguridad

- No se debe comer, fumar, ni masticar algún producto durante el trabajo.
- Se deberá llevar un botiquín con alcohol u otro desinfectante, algodón, curitas, vendas y jabón germicida.
- Si le produce náuseas, debe retirarse del lugar y respirar profundamente varias veces.
- En el caso que se produzca un corte, rasguño o cualquier accidente durante el trabajo, se debe lavar la herida con agua y jabón, luego desinfectarla y cubrirla, y si fuera necesario, conducir al accidentado a emergencia del Hospital.
- Si la bolsa se rompe durante la recolección, debe tenerse otra bolsa para introducir la rota sin dejar restos en el piso.
- Cuando se realice la determinación de composición física, se debe sacar cada componente de la bolsa con cuidado. En el caso de tener componentes con sangre, éstos se deben coger con pinzas.
- Para el caso de componentes que se encuentren dentro de los medios líquidos, como tumores, víceras, etc., dentro de formol, se deberá tomar sólo el residuo sólido dejando escurrir el líquido antes de pesarlo o clasificarlo.

- Si el guante se rompe, debe ser desechado de inmediato y por ningún motivo debe ser reutilizado.
- Terminada la rutina completa del día se debe lavar y desinfectar el equipo de protección personal, especialmente los guantes.
- Debe bañarse terminada la jornada.

4. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. DE LA TORRE QUIROGA, M. (1973). Los Residuos Sólidos en un Hospital del Servicio Nacional de Salud. Informe Técnico. Chile.
2. SAKURAI, K. (1981). Aspectos Básicos del Servicio de Aseo, Análisis de Residuos Sólidos, Manual de la Institución.
3. TELLO ESPINOZA, C. de Pilar. (1991). Situación de los Residuos Hospitalarios en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas de Lima, Perú. Estudio de Caso, CEPIS.

## **ANEXO 5**

### **CRONOGRAMAS DE ACTIVIDADES**

#### **CRONOGRAMAS TENTATIVOS PARA LA EVALUACION DE UNA UNIDAD DE SERVICIOS DE ATENCION DE SALUD**



**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 1992 - SANEAMIENTO HOSPITALARIO**

ACTIVIDAD	TIEMPO	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8
<b>COMPONENTE DE AGUAS RESIDUALES</b>									
1. IDENTIFICACION DE PABELLONES CON EFFLUENTE DE ALTO RIESGO PARA LA SALUD	1		█						
2. VERIFICACION EN CAMPO DE LA INFORMACION SUMINISTRADA EN PLANOS E IDENTIFICACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3		█						
3. DEFINICION DE METODOS DE AFOROS, MUESTREO Y CAPACITACION DEL PERSONAL	2		█						
4. MUESTREO	1			█					
5. OBTENCION DE RESULTADOS	6			█	█				
6. ANALISIS DE RESULTADOS	2				█				
7. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	7				█	█			
8. CALCULO DE PRESUPUESTO	2						█		
9. ELABORACION DE PLANOS E INFORME	5						█	█	
10. EJECUCION DE LA OBRA	*								
<b>COMPONENTE DE RESIDUOS SOLIDOS</b>									
1. DESARROLLO DE LA ENCUESTA ESPECIFICA SOBRE RESIDUOS SOLIDOS	1		█						
2. IDENTIFICACION DEL SISTEMA DE RECOLECCION Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS DENTRO DEL HOSPITAL	1		█						
3. IDENTIFICACION DE LOS PUNTOS DE GENERACION DE ACUERDO A LA CLASIFICACION EN PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS	2		█						
4. IDENTIFICACION DEL NUMERO Y TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES REQUERIDOS EN TODAS LAS AREAS DEL HOSPITAL	2		█						
5. PREPARACION DEL PLAN DE RECOLECCION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS PARA SU CARACTERIZACION	3			█					

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 1992 - SANEAMIENTO HOSPITALARIO**

ACTIVIDAD	TIEMPO	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8
<b>COMPONENTE DE RESIDUOS SOLIDOS</b>									
<b>6. CARACTERIZACION</b>									
6.1 Peso	5 **								
6.2 Volumen	5 **								
6.3 Densidad	1								
<b>7. PROCESAMIENTO DE INFORMACION</b>	4								
<b>8. DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCION TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS</b>	7								
<b>9. ELABORACION DE METRADOS Y PRESUPUESTOS DE LA INFRAESTRUCTURA DISEÑADA</b>	3								
<b>10. INFORME FINAL</b>	3								
<b>11. EJECUCION DEL PROYECTO</b>	*								

\* POR DEFINIR

\*\* LA CARACTERIZACION INICIA EL DIA MIERCOLES Y TERMINA EL DIA DOMINGO

**ANEXO 6**

**MEMORIA DESCRIPTIVA**

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS  
SALAS DE ALTO RIESGO DE CONTAMINACION**

**Hospital Regional Docente Las Mercedes  
Chiclayo, Perú**

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS SALAS DE ALTO RIESGO DE CONTAMINACION

Ing. Guillermo León Suematsu  
Oficial Técnico en Tratamiento de Aguas  
Residuales, CEPIS

23 de enero de 1992

#### UBICACION:

Hospital Regional Docente "Las Mercedes"  
Chiclayo, Perú.

#### ANTECEDENTES:

En base a una donación del Gobierno Canadiense, la representación de OPS/OMS del Perú, destinó parte de estos fondos para el tratamiento y disposición de las aguas residuales de hospitales. Especial atención se prestó a aquellas aguas residuales provenientes de las salas de tratamiento de enfermedades infecto-contagiosas, dado que constituyen un medio de dispersión de patógenos (entre ellos el *Vibrio cholerae*), por no recibir un tratamiento previo antes de su descarga a la red pública de alcantarillado.

En el marco de la donación fueron incluidos los siguientes hospitales:

- ◆ Cayetano Heredia (Lima)
- ◆ Cayetano Heredia (Piura)
- ◆ Regional Docente "Las Mercedes" (Chiclayo)

Por restricciones de factibilidad técnica y presupuestarias el primer sistema de tratamiento (cuya descripción se realiza en este documento), se ubicó en el Hospital Regional Docente "Las Mercedes".

La evaluación posterior del sistema planteado, en términos de eficiencia de remoción de patógenos, permitirá establecer los mismos criterios de dimensionamiento o plantear las respectivas modificaciones, para los futuros diseños de las plantas de tratamiento de aguas residuales de otros hospitales.

## **CRITERIOS DE DISEÑO**

### **1. Selección de procesos**

La selección de procesos obedece al criterio de remoción de bacterias patógenas, como objetivo principal del tratamiento, se ha seleccionado para este propósito el proceso de desinfección, mediante cloración.

La desinfección se realizará con la aplicación de una solución clorada con una dosificación, a ser determinada según el análisis de la demanda de cloro correspondiente.

A fin de que el proceso de desinfección resulte eficiente, es necesario remover previamente la mayor concentración de sólidos suspendidos y de materia orgánica en términos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

Por limitaciones de terreno y por restricciones de energía necesaria para el funcionamiento de un sistema de tratamiento convencional (tipo lodos activados o similar), se ha previsto la remoción de sólidos suspendidos mediante un tanque séptico modificado de doble cámara y efectuándose la mayor parte de la remoción de la DBO mediante un filtro anaerobio de flujo ascendente. Estas dos unidades trabajarán en serie y el efluente irá a una cámara de cloración y de contacto, para finalmente ser descargado a la red.

El sistema cuenta además, con un tanque de preparación, almacenamiento y dosificación de la solución clorada.

### **2. Dimensionamiento**

A fin de reducir los volúmenes de agua residual a tratar, se ha considerado el criterio de "separación de redes internas de alcantarillado", de forma que reciba tratamiento sólo aquello que involucre altos riesgos de contaminación. En tal sentido, no se tratarán todas las aguas residuales producidas en el hospital (no se incluye las aguas de cocina y lavandería principalmente, que significan el mayor volumen de agua residual de un hospital).

Esta tarea se ha facilitado, dado que el sistema de alcantarillado existente en el hospital no mezcla las aguas de las salas de infecto-contagiosos con las de lavandería, cocina y otras salas de atención.

El caudal de diseño es de 15 m<sup>3</sup>/día que incluye el agua residual de las salas de neumología, emergencia, y las dos salas habilitadas para el tratamiento del cólera (medicina/hombres y medicina/mujeres).

El hospital cuenta con un total de 246 camas, según las normas de diseño de hospitales del Ministerio de Salud la dotación de agua es de 1,000 litros/cama/día considerando todos los usos. En vista que no existen referencias de la contribución de desagües por uso de servicios higiénicos (inodoros, lavatorios y duchas), en lo que respecta a hospitales, se ha considerado en

la estimación del caudal a tratar, una población equivalente a 100 personas con una contribución de desagüe de 150 litros/persona/día. Dicha estimación debe ser verificada en la evaluación de la planta.

- **Tanque séptico modificado**

Este tanque consta de dos cámaras, con un período de retención total de 6 horas, la interconexión entre cámaras se realiza mediante 8 tubos de PVC de 2" de diámetro y dispuestas en un ángulo de 60° respecto a la horizontal, con el fin de aumentar la eficiencia de remoción de sólidos.

La segunda cámara tiene el objeto de regular el flujo hacia el filtro anaerobio, amortiguando picos en el caudal de desagüe además pulir la remoción de sólidos.

La tasa de acumulación de lodos ha sido estimada en 30 litros/persona/año y una frecuencia de limpieza de una vez por año. Nuevamente, estos criterios deben verificarse en la evaluación.

- **Filtro anaerobio**

Se ha considerado una contribución de 45 gr DBO/persona/día. Para una población equivalente de 100 personas, se tiene una carga de materia orgánica de 4.5 kg DBO/día.

Asumiendo una eficiencia de remoción de DBO, por sedimentación, del orden del 25 % en el tanque séptico, la carga remanente sería de 3.375 kg DBO/día; esta carga sería aplicada al filtro anaerobio.

Para el cálculo del volumen del filtro, se ha considerado una carga volumétrica de 0.34 kg DBO/ m<sup>3</sup>/ día y un período de retención correspondiente entre 6 a 8 horas (para un porcentaje de vacíos en la grava del orden del 30 a 40%).

- **Desinfección**

La cámara de contacto ha sido calculado en base a un tiempo de contacto máximo de 1.5 horas, la dosificación se estimará en función a la demanda de cloro del efluente del filtro anaerobio, ensayando dosificaciones entre 5 y 15 mg/l.

Toda la estructura será enterrada, debido a la cota de fondo del ultimo buzón. La estructura es de concreto armado según las dimensiones y especificaciones señaladas en los planos.

Las tuberías e interconexiones, así como el material filtrante se instalarán de acuerdo con las dimensiones y especificaciones señaladas en los planos.

El sistema cuenta con losas removibles para facilitar las tareas de operación y mantenimiento.

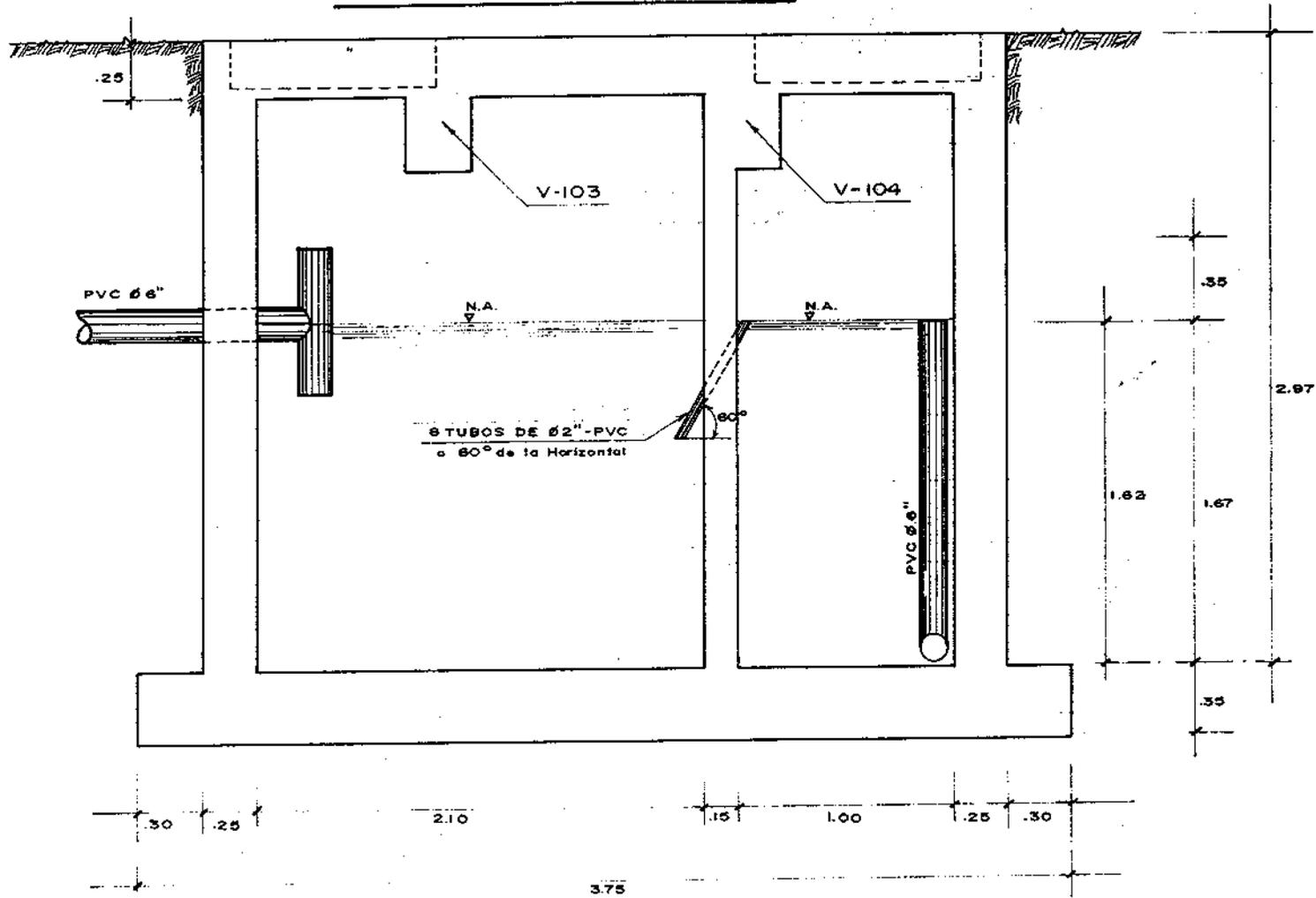
**PRESUPUESTO**

	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
1.	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
1.1	Excavación a mano en seco entre 0 – 1.2 m	m3	41.60	6.89	286.21
1.2	Excavación a mano bajo agua	m3	70.70	7.34	518.94
1.3	Retiro de material	m3	140.40	1.90	266.76
2.	<b>ROTURA DE PAVIMENTO</b>	m2	33.00	7.15	235.95
3.	<b>CONCRETO REFORZADO</b>				
3.1	Concreto f'c 100 kg/cm2 para cimentación	m3	3.30	41.20	135.96
3.2	Concreto f'c 210 kg/cm2				
3.2.1	Muros				
3.2.1.1	Concreto	m3	5.60	85.44	478.46
3.2.1.2	Encofrado y desenc.	m2	101.96	7.54	768.78
3.2.1.3	Fierro	Kg	980.00	0.98	960.40
3.2.2	Vigas				
3.2.2.1	Concreto	m3	2.30	87.16	200.47
3.2.2.2	Encofrado y desenc.	m2	16.49	8.85	145.94
3.2.2.3	Fierro	Kg	230.00	0.96	220.80
3.2.3	Losa cimentación (e = 0.35 m)				
3.2.3.1	Concreto	m3	11.07	87.16	964.86
3.2.3.2	Fierro	Kg	750.00	1.09	817.50
3.2.4	Viguetas				
3.2.4.1	Concreto	m3	4.46	108.20	482.57
3.2.4.2	Encofrado y desenc.	m2	37.40	16.81	628.69
3.2.4.3	Fierro	Kg	1130.00	0.96	1084.80
4.	<b>INSTALACION TUBERIA 6"</b>	ml	6.00	20.00	120.00
5.	Buzones típico de 1.20 m con tapa de concreto f'c = 350 kg/cm2 de acuerdo a especificaciones hasta 2.0 m de profundidad	UN	2.00	338.70	677.40
6.	<b>EQUIPO DE CLORACION</b> Tanque eternit 1 m3, tubería PVC 1/2", válvula de operación de 1/2")	Global			200.00
7.	<b>MATERIALES</b>				
7.1	Suministro de tubería de desagüe PVC 6"	ml	6.00	1.32	7.92
7.2	Suministro de láminas de asbesto-cemento de e = 4 mm	UN	4.00	10.42	41.68
7.3	Suministro de tubería PVC:				
	3/4"	ml	6.00	0.14	0.84
	2"	ml	6.00	1.52	9.12
7.4	Piedra chancada de 1/2"	m3	9.20	23.58	216.94

<b>RESUMEN</b>	
1. Movimiento de tierra	EUAS 1,071.91
2. Rotura de pavimento	235.95
3. Concreto armado	6889.23
4. Instalación de tubería	120.00
5. Buzones	677.40
6. Equipo de cloración	200.00
7. Materiales	276.50
<b>COSTO TOTAL</b>	EUAS 9,470.99
Gastos generales y dirección técnica (20%)	1,894.20
Utilidades (10%)	947.10
<b>T O T A L</b>	EUAS 12,312.29



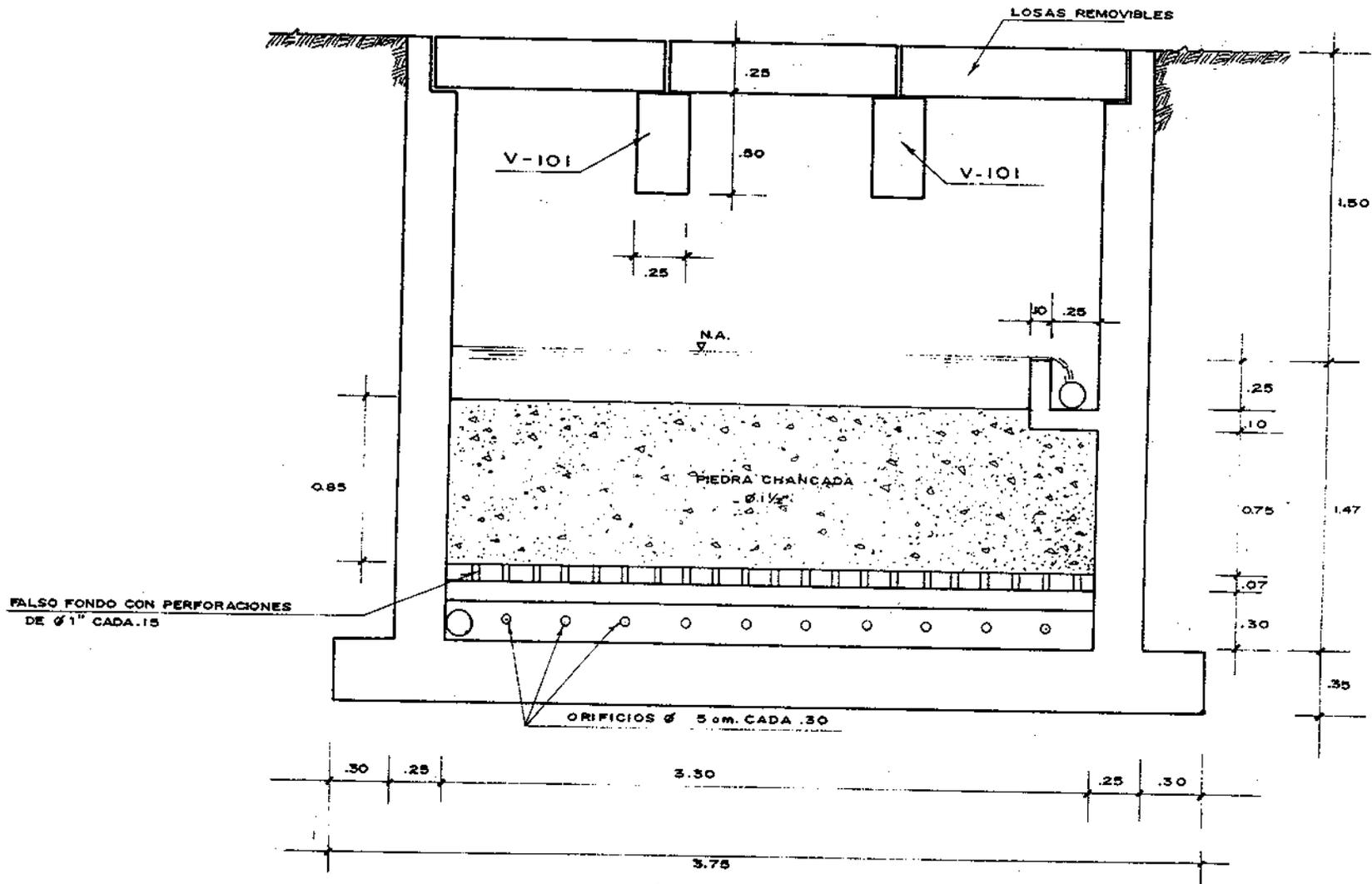
# TANQUE SEPTICO



**CORTE 1-1**

DISEÑADO POR: DONACION GOBIERNO DEL CANADA - OPS (L.M.A. PERU)	DISEÑADO POR: D. DEL AGUILA R. G. LEON S.	<b>senapa</b> SERVICIO NACIONAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO <b>GERENCIA DE SISTEMA OPERACIONAL</b> ALCANTARILLADO
INDICADAS POR: DICIEMBRE 1991	G. LEON S. G. LEON S.	
LOCALIDAD: LAMBAYEQUE	LOCALIDAD: CHICLAYO	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE SALAS DE ALTO RIESGO DE CONTAMINACION HOSPITAL DOCENTE "LAS MERCEDES" LOCALIDAD: CHICLAYO

# FILTRO ANAEROBIO



**CORTE 2-2**

INSTITUCION GOBIERNO DEL LAMBAYEQUE - 095 (PERU)		<b>senapa</b>	SERVICIO NACIONAL DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO GERENCIA DE SISTEMA OPERACIONAL
	DISEÑADO POR: G. LEON S.		ALCANTARILLADO
	REVISADO POR: G. LEON S.		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE SALAS DE ALTO RIESGO DE CONTAMINACION
FECHA: DICIEMBRE 1991	APROBADO POR: G. LEON S.		HOSPITAL DOCENTE "LAS MERCEDES"
LOCALIDAD: LAMBAYEQUE	PROYECTO: CHICLAYO	LOCALIDAD: CHICLAYO	HOJA PLANO: 04 PLANO NO: 01



# TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE HOSPITALES

S/.

TODAS LAS AGUAS RESIDUALES

S/.

SALAS DE INFECTO CONTAGIOSOS

S/.

UNIDAD DE TRATAMIENTO DEL COLERA

?

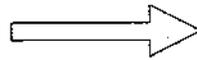


INVERSION INICIAL - OP. & MANT.

# TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS SALAS DE ALTO RIESGO DE CONTAMINACION

## CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO

\* MINIMIZACION

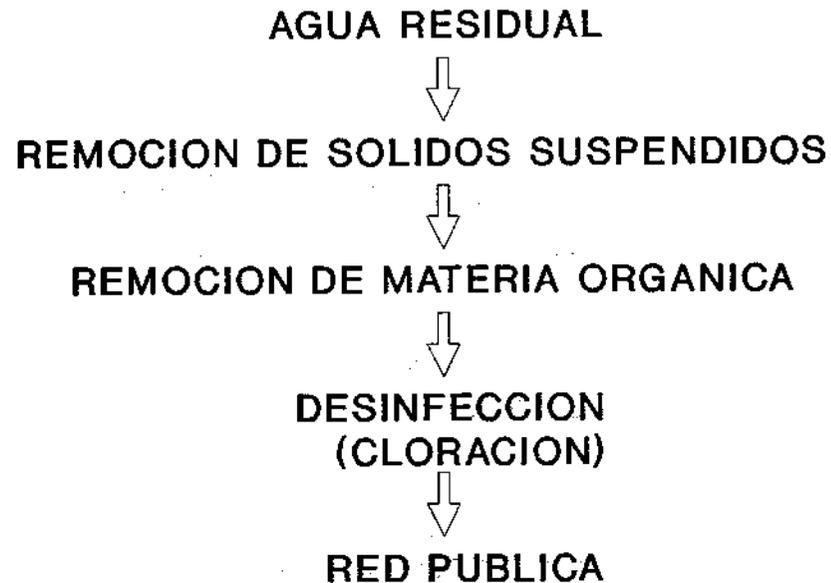


Separación de redes

\* REMOCION DE PATOGENOS



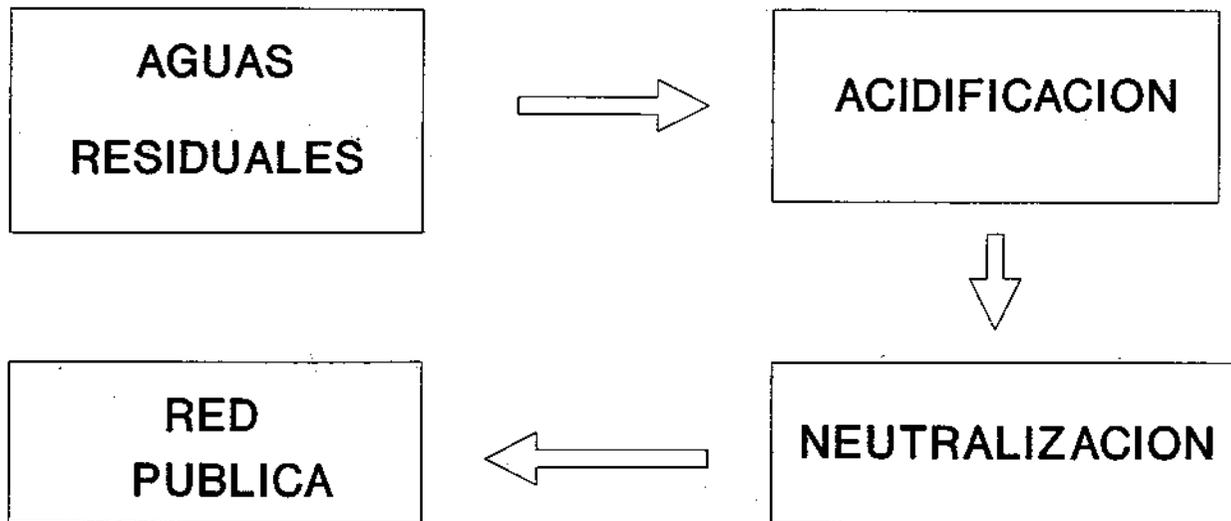
Desinfección



# AGUAS RESIDUALES DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO DEL COLERA (UTCs)

## CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO

- \* SEPARACION DE REDES
- \* REMOCION DE VIBRIO CHOLERAE O1



## CONSIDERACIONES PARA LA SELECCION DE ALTERNATIVAS

- ✓ Aislamiento de pacientes en salas de infecto - contagiosos.
- ✓ Separación de redes.
- ✓ Costos de infraestructura.
- ✓ Costos de operación y mantenimiento.
- ✓ Suministro de materiales y desinfectantes.
- ✓ Recursos humanos.
- ✓ Capacitación.

**ANEXO 7**

**DESINFECCION DE HECES Y VOMITOS  
DE PACIENTES DE COLERA**

## **DESINFECCION DE HECES Y VOMITOS DE PACIENTES DE COLERA**

**Ing. Guillermo León Suematsu, Oficial Técnico  
de Tratamiento de Aguas Residuales del CEPIS.**

**04 de mayo de 1992**

---

Un enfermo activo del cólera puede excretar entre 1 a 1000 millones de *Vibrio cholerae* por mililitro de heces. Considerando el cuadro clínico caracterizado por diarrea acuosa y de gran volumen, cada paciente tendría una excreción diaria de más de 10,000 millones de vibrios. Por tal motivo, los servicios de atención de salud (hospitales, centros de salud, postas médicas, etc.), que tratan pacientes de cólera, se transforman en grandes focos de concentración del agente causal por las heces y vómitos de los enfermos. Al no existir un tratamiento y disposición adecuada de estos desechos, una gran masa contaminante se dispersa al ambiente, desde los servicios de atención de salud, a través de las redes de alcantarillado.

Ovviamente, el aislamiento de las heces de todos aquellos pacientes de enfermedades transmisibles de ruta fecal-oral y su tratamiento dentro de las instalaciones de los servicios de atención de salud es el sistema ideal para controlar este foco. Sin embargo, la mayoría de los hospitales y centros de salud no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales por lo que se deben aplicar medidas de emergencia para reducir la concentración de *Vibrio cholerae*, a nivel de los desechos de los pacientes de cólera, en tanto se implementen los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Para la eliminación del *Vibrio cholerae* de las heces y vómitos de los pacientes de cólera, la bibliografía reporta métodos variados que incluyen desde el hervido de heces y vómitos hasta la aplicación de algún desinfectante.

Los métodos que a continuación se describen incluyen solo la desinfección de heces y vómitos con la aplicación de ácido y de soluciones cloradas.

## DESINFECCION CON ACIDO

Se ha comprobado que el *Vibrio cholerae* es extremadamente sensible al medio ácido, Kolle y Shurman (1912) encontraron que el ácido clorhídrico, en una dilución 1/10000, eliminaba vibrios en segundos. Otros estudios indican que aplicando a un cultivo de *Vibrio cholerae*, ácido clorhídrico hasta lograr una reducción de pH a 4.4, la mortalidad del vibrio es inmediata (Panja y Ghosh, 1945).

Considerando las investigaciones reportadas, y las dificultades de la operación de desinfección, el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), ensayó en el hospital María Auxiliadora de Lima-Perú, la aplicación de ácido clorhídrico comercial (ácido muriático), para la desinfección de heces y vómitos de pacientes de cólera.

La aplicación de ácido se realizó a nivel de bacinica o bacín de cama ("chatas" o "patos", según el acervo popular de cada país), antes de verter el contenido al inodoro, luego de un período de contacto de un minuto. El nivel de pH alcanzado fue menor a 4, valor suficiente para lograr la mortalidad del *Vibrio cholerae*.

En las pruebas realizadas se utilizó ácido clorhídrico (ácido muriático comercial), que se expende normalmente en los establecimientos comerciales de Lima, Perú (ferreterías, autoservicios, bodegas, etc.), este producto es accesible a la mayor parte de la población urbana y existe la práctica de utilizarlo en la limpieza y desinfección de los servicios higiénicos a nivel domiciliario. Pruebas de laboratorio indicaron que la concentración del ácido comercial en términos de normalidad fue de siete normal (7 N).

Se detectó que en la aplicación del método, ciertos hospitales utilizaban concentraciones mayores a las ensayadas, ya que se adquiría ácido al por mayor (ácido muriático industrial), este se expende más concentrado, entre 10 a 12 Normal.

Concentraciones elevadas producen vapores irritantes, al momento de la aplicación, por lo que en tales casos se debe realizar diluciones hasta lograr una normalidad adecuada (alrededor de 7 N).

En caso de existir el riesgo de corrosión de las tuberías de la red interior de desagüe, antes de verter el contenido de las bacinicas de cama (heces y vómitos más ácido) es necesario neutralizar aplicando cal en polvo o en solución. Será suficiente con elevar el pH a alrededor de 6 ó 7.

Las bacinicas de cama deben ser sometidas a un doble enjuague con una solución clorada de 0.5% de cloro libre (5000 mg/l), antes de ser utilizadas nuevamente por los pacientes.

Una alternativa practica es la utilización de recipientes especiales para la desinfección, estos pueden ser de plástico, con tapa y de un volumen de 40 litros de tal forma que permitan luego el vaciado de su contenido hacia un inodoro.

Se debe contar con por lo menos dos de estos recipientes, que serán de uso alternado, en ellos se agrega la solución de ácido clorhídrico comercial (7 N), en aproximadamente 100 ml para recipientes de 40 litros. Se descarga los contenidos de las bacinicas de cama en uno de los recipientes hasta que se complete su volumen, una vez lleno se utiliza el segundo recipiente. Se homogeniza el contenido del recipiente lleno y luego de diez minutos, después de la ultima descarga, se agrega cal y se mezcla hasta subir el pH a alrededor de 6 o 7, logrado esto se vierte el contenido a un inodoro. Esta operación se repite en forma alternada con el otro recipiente.

Las dosis de ácido a aplicar en estos recipientes deben ser verificadas en cada caso ya que estos volúmenes pueden variar con: la capacidad del recipiente que se use, del tipo y concentración del ácido empleado y de la cantidad de sólidos presentes en las heces. Es necesario realizar una prueba de campo inicial con el volumen de 100 ml de ácido recomendado y verificar el pH con ayuda de papel indicador, una vez lleno el recipiente con heces y vómitos, el pH debe ser igual o menor a 4 de no ser así se debe incrementar la dosis inicial. Del mismo modo se debe medir la cantidad de cal (en polvo o solución) que se requiere para elevar el pH a alrededor de 6 o 7, suficiente como para no provocar problemas de corrosión en las redes internas de alcantarillado.

## DESINFECCION CON CLORO

La aplicación de cloro como desinfectante implica un mayor tiempo de contacto para lograr la remoción de *Vibrio cholerae* Liborius (1887) y Kitasato (1887-88) reportan tiempos de una a más horas. La experiencia desarrollada por Connor en Tunes, en aguas superficiales de canales de riego contaminadas con *Vibrio cholerae* indicaron que con una dosificación de 2 mg/l de cloro libre se lograba la remoción de *Vibrio cholerae* con ocho horas de tiempo de contacto.

Según Langer (1913), la aplicación de una dosis de 120 mg/l de cloro libre en una muestra de agua contaminada fue suficiente para la remoción total de *Vibrio cholerae* y otras bacterias patógenas, resultados similares reportó Dittborn (1915) con la aplicación de soluciones

cloradas similares. Contraria a estas experiencias, Genevray (1940) reportó que en muestras de agua peptonada y con *Vibrio cholerae*, se verificó la resistencia del vibrio a altas dosis de cloro, encontrándose que con dosis de 200 mg/l de cloro libre no se logró la mortalidad total de *Vibrio cholerae*.

En setiembre de 1991, el autor realizó pruebas de desinfección de heces y vómitos de pacientes del cólera usando como desinfectante soluciones de hipoclorito de calcio. Estas pruebas fueron realizadas en el Hospital Regional de Iquitos-Perú, con el apoyo de la Dirección Regional de Saneamiento Ambiental, personal de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y del laboratorio de microbiología del hospital.

La solución de hipoclorito de calcio, al 0.5% (5000 mg/l) de cloro disponible, se incorporó en un tercio del volumen de los recipientes de 40 litros. En estos recipientes se vaciaron los contenidos de las bacinicas de cama de los pacientes de la Unidad de Tratamiento del Cólera (UTC) del hospital, pasado 30 minutos desde la última descarga de heces y vómitos se homogenizó la mezcla y se tomaron muestras para el análisis de ausencia/presencia de *Vibrio cholerae*. Se tomó la precaución de agregar tiosulfato de sodio a las botellas de muestreo para agotar cualquier residuo de cloro y de esta forma asegurar el tiempo de contacto definido. Los resultados de laboratorio arrojaron ausencia de *Vibrio cholerae* en todas las muestras. No fue posible determinar el nivel de cloro residual al momento de la toma de muestras.

Esta prueba nos permite recomendar la aplicación del método empleado, en tanto puedan ser investigadas otras dosificaciones. Se debe precisar, sin embargo, que debe tomarse en cuenta en pruebas futuras que los niveles de cloro disponible van disminuyendo conforme se van realizando las descargas de las bacinicas y al final del llenado de los recipientes se debe asegurar un cloro residual tal que, en el tiempo de contacto definido, se produzca la mortalidad de los vibrios de la última descarga. La demanda de cloro será variable dependiendo de los contenidos de materia orgánica y la presencia de sólidos por lo que se deberá contemplar un factor de seguridad en las dosis a ensayarse.

Para la aplicación de método se recomienda la utilización de recipientes especiales para la desinfección, estos pueden ser de plástico, con tapa y de un volumen de 40 litros de tal forma que permitan luego el vaciado de su contenido hacia un inodoro.

Se debe contar por lo menos con dos de estos recipientes, que serán de uso alternado, en ellos se agrega la solución de hipoclorito de calcio o sodio al 0.5% (5000 mg/l) de cloro disponible, en aproximadamente un tercio del volumen del recipiente utilizado. Se descarga los

contenidos de las bacinicas de cama en uno de los recipientes hasta que se complete su volumen, una vez lleno se utiliza el segundo recipiente. Se homogeniza el contenido del recipiente lleno y luego de 30 minutos, después de la última descarga, el contenido se vierte a un inodoro. Esta operación se repite en forma alternada con el otro recipiente.

La aplicación directa de la solución de cloro en las bacinicas de cama no se recomienda, porque en la operación de desinfección no se puede exigir que el personal de servicio del hospital garantice un período de contacto mínimo de 30 minutos, entre las heces y el cloro, antes de la descarga al inodoro.

## **BIBLIOGRAFIA**

- LEON SUEMATSU, Guillermo; CEPIS (Lima, PE)  
**Instructivo para la desinfección de heces y vómitos en hospitales con pacientes afectados por el cólera.** Lima (PE), CEPIS, 1991.
- POLLITZER, R.; SWAROOP, S.; BURROWS, W.; OMS (Ginebra, CH), 1959  
**Cholera.** Geneve (CH), 1959.

## **INSTRUCTIVO PARA LA DESINFECCION DE HECES Y VOMITOS EN HOSPITALES CON PACIENTES AFECTADOS POR EL COLERA**

Basado en la experiencia desarrollada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) en el Hospital María Auxiliadora, Lima - Perú

---

**LUGAR DE DISPOSICION:** Servicios higiénicos más cercanos a la sala de pacientes con Cólera.

1. EVITE EL GOTEJO DEL MATERIAL DE LA CHATA, UNA VEZ QUE ESTA HA SIDO RETIRADA DEL PACIENTE Y TRASLADADA AL LUGAR DE DISPOSICION.
2. En el lugar de disposición agregar a la chata con heces y/o vómitos, 20 ml de ácido muriático comercial, mezcle levemente a fin de lograr una buena distribución del ácido.
3. Luego de un tiempo de contacto de un minuto, descargar el material de la chata en el inodoro y hacer correr el agua del mismo.
4. Después de la descarga, la chata debe ser sumergida en un primer recipiente con una solución clorada al 0.5%, luego escurra. A continuación sumérjala en otro recipiente de las mismas características, escurra y ubíquela en un estante de escurrimiento final.
5. Deberá de disponerse de un número adecuado de chatas a fin de tener disponibilidad de éstas para los pacientes, mientras otras se encuentran escurriendo.

CEPIS-OPS/OMS

18 de febrero de 1991

## INSTRUCTIVO PARA LA DESINFECCION DE HECES Y VOMITOS EN HOSPITALES CON PACIENTES AFECTADOS POR EL COLERA

### PREPARACION DE LA SOLUCION CLORADA AL 0.5%

1. La solución clorada utilizada en el enjuague de chatas, debe ser preparada diariamente. Al final del día debe desecharse en el inodoro.
2. Para almacenar la solución clorada debe disponerse de dos recipientes de 50 litros con agarraderas, a fin de facilitar su vertido.
3. Para preparar 50 litros de solución clorada al 0.5% se puede utilizar cualquiera de los siguientes productos:

PRODUCTO	CANTIDAD A SER UTILIZADA PARA 50 LITROS
Hipoclorito de calcio (cal clorada al 25%)	1.0 Kg (*)
Hipoclorito de sodio (al 10%)	2.5 Litros
Hipoclorito de sodio (lejía al 5%)	5.0 Litros

- (\*) Cuando utilice este producto, debe diluirse previamente la cantidad indicada en otro recipiente pequeño con aproximadamente 5 litros de agua. Esperar a que se decanten los sólidos y descargar el sobrenadante en el recipiente de 50 litros. Evite echar el lodo de cal sedimentado.
4. Una vez agregada la cantidad indicada del producto clorado, completar con agua hasta el volumen de 50 litros.
  5. La solución clorada al 0.5% servirá para el enjuague de un ciclo de 24 horas.

CEPIS-OPS/OMS

18 de febrero de 1991

## INSTRUCTIVO PARA LA DESINFECCION DE HECES Y VOMITOS EN HOSPITALES CON PACIENTES AFECTADOS POR EL COLERA

### PREPARACION DE LA SOLUCION CLORADA AL 0.5%

1. La solución clorada utilizada en el enjuague de chatas, debe ser preparada diariamente. Al final del día debe desecharse en el inodoro.
2. Para almacenar la solución clorada debe disponerse de dos recipientes de 50 litros con agarraderas, a fin de facilitar su vertido.
3. Para preparar 50 litros de solución clorada al 0.5% se puede utilizar cualquiera de los siguientes productos:

PRODUCTO	CANTIDAD A SER UTILIZADA PARA 50 LITROS
Hipoclorito de calcio (cal clorada al 25%)	1.0 Kg (*)
Hipoclorito de sodio (al 10%)	2.5 Litros
Hipoclorito de sodio (lejía al 5%)	5.0 Litros

- (\*) Cuando utilice este producto, debe diluirse previamente la cantidad indicada en otro recipiente pequeño con aproximadamente 5 litros de agua. Esperar a que se decanten los sólidos y descargar el sobrenadante en el recipiente de 50 litros. Evite echar el lodo de cal sedimentado.
4. Una vez agregada la cantidad indicada del producto clorado, completar con agua hasta el volumen de 50 litros.
  5. La solución clorada al 0.5% servirá para el enjuague de un ciclo de 24 horas.

CEPIS-OPS/OMS

18 de febrero de 1991

# EL COLERA!

## DESINFECCION DE HECES Y VOMITOS



DESINFECTE LAS HECES Y LOS VOMITOS ANTES DE ARROJARLOS AL INODORO. EVITE EL GOTEO DURANTE EL TRASLADO



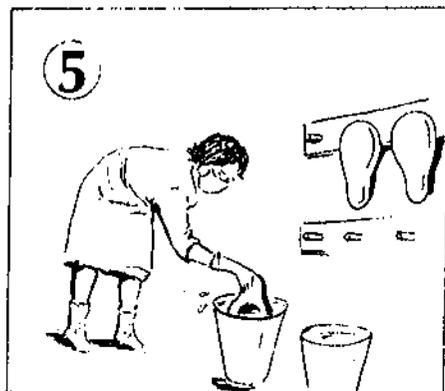
TRANSCURRIDO EL MINUTO ARROJE EL CONTENIDO DE LA CHATA EN EL INODORO Y BAJE LA PALANCA.



ECHAR EN UN VASITO 20ml. DE ACIDO MURIATICO (APROX. UN DEDO)



VIERTA A LA CHATA CON HECES, MEZCLE LENTAMENTE Y ESPERE 1 MINUTO.

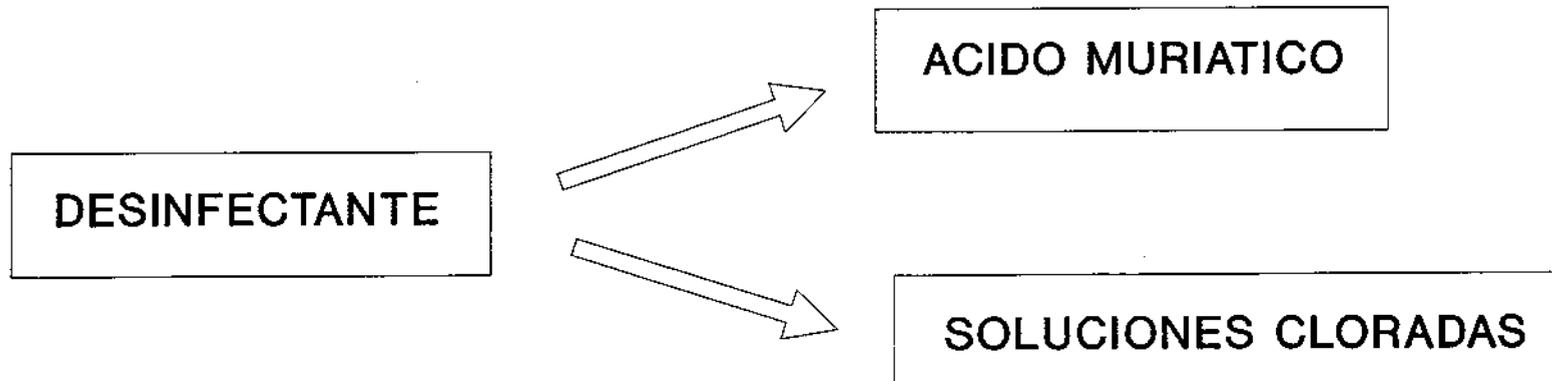


SUMERJA LA CHATA EN EL RECIPIENTE N°1 Y ESCURRA LUEGO SUMERJALA EN EL RECIPIENTE N°2; ESCURRA Y COLOQUELO EN EL ESTANTE DE ESCURRIMIENTO.

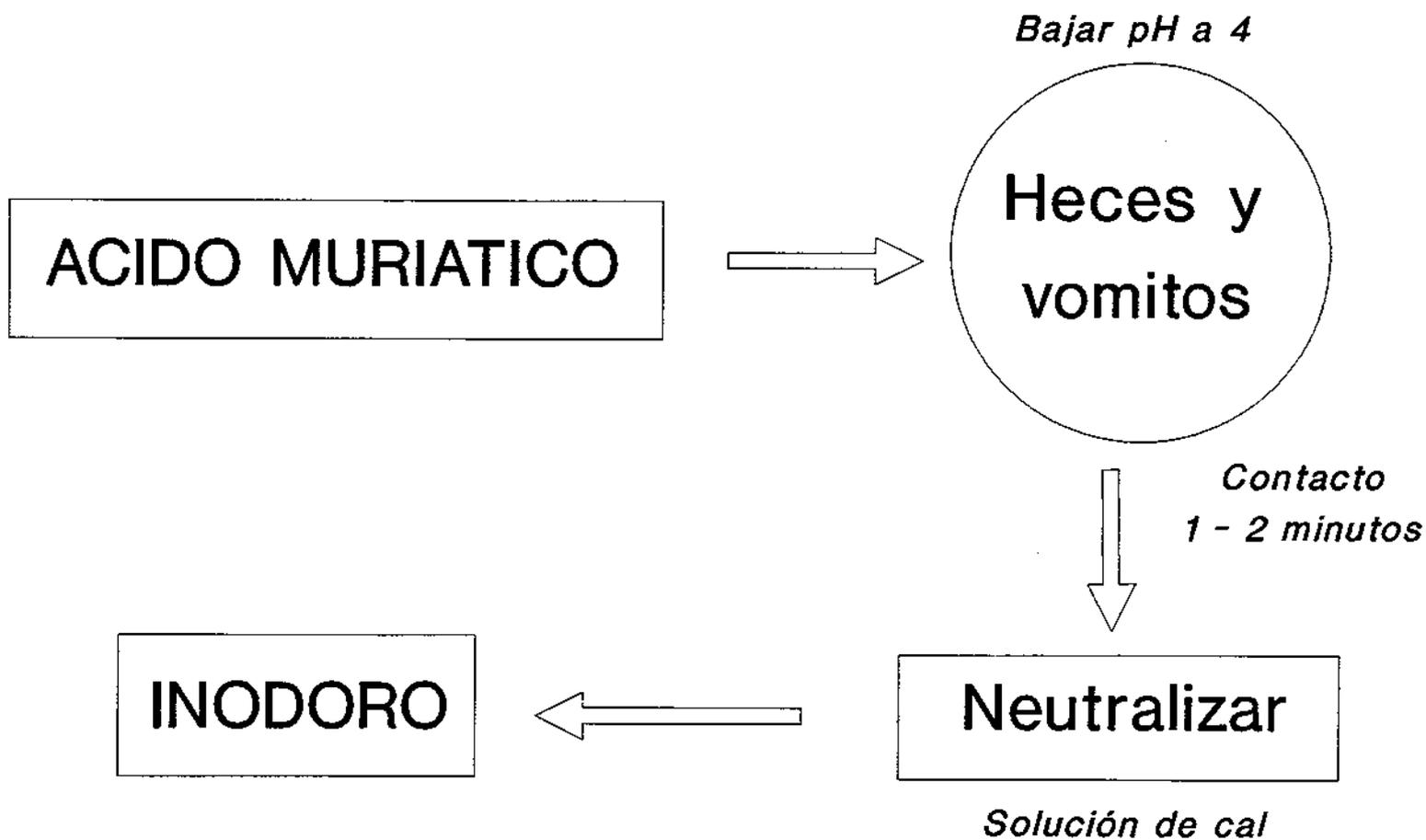
# DESINFECCION DE HECES Y VOMITOS DE LOS PACIENTES DEL COLERA

## DESINFECCION

1. A NIVEL DE CHATAS
2. EN RECIPIENTES ESPECIALES



# DESINFECCION DE HECES Y VOMITOS DE LOS PACIENTES DEL COLERA



**DESINFECCION DE HECES Y VOMITOS  
DE LOS PACIENTES DEL COLERA**

**SOLUCION CLORADA**



**Heces y  
vomitos**



*Contacto  
30 minutos*

**INODORO**