

8 2 7

PE 80



CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA  
SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE  
(CEPIS)

PROYECTO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LAS INSTITUCIONES  
DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO  
DTIAPA

LIBRARY  
BIBLIOTECA  
FUNDACION  
MUNDIAL DE LA SALUD

# ABASTECIMIENTO DE AGUA A LA POBLACION RURAL DEL PERU

SITUACION ACTUAL

6056.1ish 2175  
827 PE80

Lima-Perú, abril de 1980



ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD  
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la  
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

827 PE80-  
2175

**ABASTECIMIENTO DE AGUA  
A LA POBLACION RURAL DEL PERU**

**SITUACION ACTUAL**

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
INTRODUCCION .....	1
I. GENERALIDADES .....	1
II. ANTECEDENTES .....	1
A. De la evaluación .....	1
B. De los sistemas .....	2
III. DESCRIPCION DEL ESTUDIO .....	3
A. Recolección y análisis de la información existente .....	3
B. Recolección de información complementaria .....	4
C. Codificación, procesamiento y recuperación de la información .....	4
IV. ANALISIS E INTERPRETACION DE LA INFORMACION.....	5
A. Continuidad del servicio .....	5
B. Calidad de servicio .....	7
C. Estado de conservación de los elementos de los sistemas .....	8
D. Operación y mantenimiento .....	10
E. Sistema tarifario .....	11
V. RESULTADOS .....	12
A. Con relación a la encuesta .....	12
B. Con relación al estudio .....	13
VI. CONCLUSIONES .....	13
VII. RECOMENDACIONES .....	14
INDICE DE CUADROS .....	15
INDICE DE FIGURAS .....	28
INDICE DE DIAGRAMAS .....	35
INDICE DE ANEXOS .....	43

## INTRODUCCION

Existe la posibilidad de mejorar sustancialmente el rendimiento y la eficiencia de los sistemas de abastecimiento de agua potable rural en el Perú mediante la implementación de programas de adiestramiento de operadores, la creación de un sistema efectivo de supervisión, suministro de partes y equipos y la incorporación de innovaciones de bajo costo en los diseños.

Tales son los resultados del primer estudio tendiente a determinar el estado actual de los acueductos rurales en el Perú, iniciado por la Dirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud (DIS) a fines de 1978 y complementado en forma conjunta con el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de octubre a diciembre de 1979, dentro del marco del Proyecto de Desarrollo Tecnológico de las Instituciones de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado (DTIAPA).

### I. GENERALIDADES

El estudio, que se detalla a continuación, tuvo la finalidad de generar y procesar información de base de tal forma que permitiera inferir con alguna certeza el estado de los 948 sistemas de agua potable rural existentes en todo el territorio peruano, tratando, cuando la información lo permitía, de identificar algunas de las relaciones causa-efecto de los problemas detectados.

Debido a limitaciones de organización, tiempo y recursos, la evaluación tuvo que ser realizada por muestreo cubriendo solo un total de 139 sistemas que prestaban servicio a poco más de 250,000 personas lo cual en número de sistemas y población servida representa alrededor del 15% del total del país.

Los criterios seguidos para la selección de la muestra, la metodología de trabajo observada, la forma en que fue obtenida y procesada la información y sus limitaciones son descritos a continuación.

### II. ANTECEDENTES

#### A. De la evaluación

A fines de la década de los cincuenta y primeros años de la década de los sesenta, el Gobierno Peruano inició un vasto plan tendiente a abastecer de agua potable a las poblaciones rurales de 400 a 2,000 habitantes. El plan mencionado, conocido con el nombre de Plan Nacional de Agua Potable Rural (PNAPR), habrá construido para fines del presente año, a través de sus diferentes etapas, un total de 957 sistemas sirviendo a 1,058 localidades repartidas en todo el territorio nacional. (Cuadro 1).

Una vez construido, cada sistema es entregado a la población la que queda encargada de las subsecuentes labores de administración, fiscalización, operación y mantenimiento, para lo cual el pueblo nombra una junta administradora de agua potable entre los vecinos del lugar. Desde ese momento y en adelante, la buena o mala marcha del sistema depende única y exclusivamente de la junta administradora y de la capacidad de su operador.

Con el propósito de obtener un mejor conocimiento acerca del estado y la clase de servicio prestado por los sistemas, la División de Preservación y Supervisión de Servicios de la DIS inició a fines de 1978 un programa de evaluación de sistemas mediante la realización de encuestas de campo cuyos resultados, conjuntamente con los diversos informes de visita, constituyeron la información inicial para el presente trabajo.

Inicialmente, la información obtenida por la DIS mediante las encuestas realizadas fue procesada en forma manual y debido a limitaciones de recursos no fue posible correlacionar resultados, los cuales fueron reportados en diciembre de 1978 en el informe titulado "Encuesta Técnico-Administrativa de los Sistemas de Agua Potable Rural". (1)

Aparte del inconveniente mencionado, en la selección de la muestra no se tuvieron en cuenta criterios relacionados con la edad ni localización geográfica de los sistemas. Esto dió lugar a que cada una de las diferentes agrupaciones existentes en la muestra no guardaran la misma proporción con la realidad del país, restando así representatividad a la muestra.

Posteriormente, para poder sacar el máximo de provecho a la información e inferir con cierta base las relaciones causa-efecto de los problemas que afectan a los servicios de agua potable rural, se optó por conveniente procesar por medio de la computadora los datos generados por la DIS y complementados con la asistencia del CEPIS. Para esto se utilizó la máquina computadora WANG 2200 del CEPIS.

## B. De los sistemas

Según sea la calidad del agua y localización de la fuente con respecto a la población a abastecer, existen cuatro tipos diferentes de sistemas de abastecimiento que son:

1. Gravedad sin tratamiento (GS): En los cuales el agua solo requiere desinfección antes de ser distribuida a la población. Caso típico lo constituyen los afloramientos de agua (manantiales) de las serranías. Estos sistemas son los más numerosos en el país sumando un total de 592 (62% del total).
2. Gravedad con tratamiento (GC): En los cuales la calidad de la fuente es tal que ella requiere ser tratada antes de ser desinfectada y distribuida a los usuarios. Se incluyen en esta categoría las captaciones de acequias y quebradas. Estos sistemas siguen en número a los GS, sumando un total de 194 en todo el país (20% del total).
3. Bombeo sin tratamiento (BS): Cuando no existe otra fuente segura de agua se recurre a la perforación de un pozo o de una galería filtrante para

captarla, siendo necesario posteriormente bombearla y desinfectarla para que pueda llegar a los usuarios. También puede ser necesario bombear el agua de un manantial que se encuentra más abajo que el área a servir. En el Perú existe un total de 216 sistemas de este tipo (16% del total).

4. Bombeo con tratamiento (BC): Se presenta cuando no existe otra fuente segura de agua y además se requiere bombeo. El agua extraída debe ser tratada y posteriormente desinfectada antes de distribuirla a los usuarios, como en el caso de 22 poblaciones del país (2% del total).

El tratamiento referido consiste, de una manera general, en una sedimentación seguida de una filtración que, en el común de los casos, es del tipo lento.

En el cuadro 2 se muestra el número, tipo y distribución geográfica de los sistemas de agua potable rural (SAPR) en todo el país.

### III. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

Como se refirió anteriormente, la construcción de los 957 SAPR existentes en el Perú fue llevada a cabo bajo el auspicio de diferentes fuentes financieras, de las cuales la que más destaca es la del Banco Interamericano de Desarrollo a través de los préstamos 75/TF/PE, 142/SF/PE y 392/SF/PE, otorgados en los años 1964, 1967 y 1974 respectivamente, y que suman un total de EUAS\$9'500,000.

Aparte de estos programas conocidos con los nombres de 1ra., 2da. y 3ra. etapa del Plan Nacional de Agua Potable Rural (PNAPR), existen otras de menor envergadura como el Plan Junín (P-JUNIN) y Convenio 20 (C-20), el Convenio 49 (C-49), ORDEZA y CARE, realizados simultáneamente con la 1ra., 2da. y 3ra. etapa del PNAPR. El total de localidades servidas según el tipo de sistema y fuente financiera son listadas en el cuadro 3.

El presente estudio fue llevado a cabo en el siguiente orden:

#### A. Recolección y análisis de la información existente

La información existente estuvo constituida por formularios de encuesta, informes de visita y un registro alfabético de los servicios de agua potable rural (anexo 1), todos ellos preparados por la División de Preservación y Mantenimiento de Servicios de la DIS.

El análisis de la información puso de manifiesto que la selección de los sistemas encuestados por la DIS (anexo 2) consideró el total de sistemas construidos en cada programa de financiamiento y el tipo de sistema, cada uno en forma aislada y procurando que en cada caso el número total de sistemas escogidos guardara, en la muestra, la misma relación de proporcionalidad que poseían en el país. (Ver cuadros 4 y 5). Sin embargo, si se consideran estas dos variables al mismo tiempo, es decir, distribución por programa de financiamiento y tipo de

sistema, la relación de proporcionalidad desaparece y el grado de cobertura es diferente en cada caso, existiendo agrupaciones que no fueron consideradas en la encuesta. (Columnas 4, 8, 12 y 16 del cuadro 6).

En consideración a las observaciones mencionadas, se optaron los siguientes criterios como convenientes para que la muestra sea representativa:

1. Que todas las agrupaciones posean por lo menos un grado mínimo de representatividad. El grado de representatividad adoptado para todas las agrupaciones fue fijado en 10% debido a limitaciones de tiempo, recursos materiales y personal. Este grado era el existente en la agrupación más numerosa, vale decir GS (66/638 x 100).
2. Que la representatividad sea la máxima posible en los sistemas con bombeo, especialmente de aquellos con tratamiento por ser éstos los más susceptibles a presentar fallas.
3. Reducir el número total de agrupaciones, reuniéndolas en función a los períodos de construcción con el propósito de facilitar el manejo de la información. En el cuadro 7 se muestran los períodos de ejecución de las obras según la fuente de financiamiento y en el cuadro 8 los tres grupos generales en que fueron reunidos.

#### B. Recolección de información complementaria

Un análisis posterior de la representatividad alcanzada de acuerdo a la nueva agrupación (cuadro 9) reveló la necesidad de ampliar la información, para lo cual se organizó una gira. El número y tipo de sistemas adicionales a encuestar y encuestados se muestran en el cuadro 10, en el cual se aprecia que se alcanzó a cubrir el 93% (26/28) de lo programado. La relación de los sistemas encuestados durante el estudio se muestra en el anexo 3.

La encuesta adicional de sistemas elevó la representatividad particularmente en aquellas agrupaciones deficitarias o no consideradas en la encuesta inicial, logrando cubrir la totalidad de sistemas existentes en ciertas agrupaciones. Por ejemplo, las A-BC y las C-BC, tal como se muestra en los cuadros 11 y 12.

#### C. Codificación, procesamiento y recuperación de la información

Para acelerar el procesamiento de los 16,000 datos contenidos en las encuestas, se hizo uso de la computadora del CEPIS (WANG 2200), siendo necesario elaborar un código alfanumérico para introducir los datos a la máquina.

Los datos contenidos en las encuestas estaban clasificados en dos grandes grupos: técnicos y administrativos, sumando un total de 115 por cada encuesta.

Una vez introducidos los datos a la máquina computadora, la flexibilidad del programa permitía que éstos pudieran ser recuperados de manera selectiva o correlacionada a voluntad, pudiendo hacer un número de correlaciones tal que superaba las necesidades actuales.

La facultad de correlacionar permitía trabajar con información técnica y con información administrativa o viceversa al mismo tiempo. De esta forma ha sido posible averiguar si existen o no relaciones dependientes que permitan inferir con cierto margen de confiabilidad los motivos de los diferentes grados de eficiencia detectados en la operación y mantenimiento de los sistemas.

#### IV. ANALISIS E INTERPRETACION DE LA INFORMACION

El siguiente análisis se circunscribe solo a aspectos operacionales y administrativos de servicio de la población muestreada, y no incluye consideraciones cualitativas ni cuantitativas con relación al agua distribuida por no contar con la información necesaria.

##### A. Continuidad del Servicio

##### 1. Sistemas por gravedad

El 88.2% (97/110) de los 110 sistemas por gravedad encuestados respondieron acerca del número de horas de suministro por día, de éste número el 84.5% (82/97) proveían servicio las 24 horas del día. (Ver diagrama 1).

##### a. Sistemas GS

Los sistemas GS que respondieron acerca de las horas de servicio por día fueron 70, 88.6% (62/70) de los cuales lo hacían durante las 24 horas del día. (Ver diagrama 2).

La interrupción en el servicio en sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento se originan por las causas siguientes :

- Inadecuados e indebidos hábitos de consumo de la población (desperdicio).
- Indebido uso del agua de bebida con fines agrícolas.
- Aumento desmedido de la demanda por rápido crecimiento poblacional. (Ver figura 1).
- Variaciones en el régimen hídrico de la fuente provocadas por causa natural o humana, deforestación, sobrepastoreo, riego. (Ver figura 5).

Con propósitos ilustrativos se puede decir que si extendemos el resultado del análisis a la totalidad de sistemas GS existentes en el país\* (592), el porcentaje referido equivaldría a que aproximadamente 68 sistemas no reciben agua en forma permanente y continua.

---

\* La validez de esta aproximación podría resultar algo aventurada debido a que el tamaño de la muestra comprende solo el 11% (66/592) del total de este tipo de sistemas en el país.

b. Sistemas GC

El número de sistemas GC encuestados que respondieron acerca del número de horas de servicio fue 27, de los cuales el 74.1% (20/27) era servido las 24 horas del día. (Ver diagrama 1).

La falta de continuidad en el servicio es un 15% mayor que en los sistemas por gravedad sin tratamiento, lo cual es atribuible a la existencia de las unidades de tratamiento, especialmente los filtros lentos, en las cuales se ha podido observar que los operarios, por no contar con los medios y la capacitación adecuada, alargan innecesariamente la carrera de los filtros y reducen la frecuencia de las limpiezas racionando de hecho la cantidad de agua tratada.

Si se extienden los resultados de la encuesta a nivel nacional\*, el porcentaje referido indicaría que alrededor de 50 sistemas GC (0.26 x 192) no reciben un servicio de agua permanente y continuo.

En el diagrama 3 se muestra la distribución porcentual de sistemas GC según horas de servicio.

2. Sistemas por bombeo

De los 29 sistemas por bombeo encuestados, solo uno, o sea el 3.4% (1/29) gozaba de un servicio continuo y permanente. (Ver diagrama 4).

Debido al poco conocimiento en la operación y el mantenimiento de los equipos de bombeo por parte de los encargados, las probabilidades en la interrupción del servicio por averías en los equipos es muy alta. Los resultados de la encuesta mostraron que el 45% (13/29) de los sistemas acusaban deterioro en los equipos de bombeo. (Ver cuadro 13).

Si se considera que en el país existe un total aproximado de 220 localidades con equipo de bombeo, el porcentaje de fallas detectado en la muestra estaría indicando que casi un centenar de ellas tendrían problemas por fallas.

En los diagramas 5 y 6 se muestra la distribución porcentual de sistemas BS y BC según horas de servicio en los cuales se puede apreciar que casi la totalidad de los sistemas brindan períodos de servicio menores de las doce horas por día. Contribuyen con esta situación, aparte del problema operativo mencionado, problemas de tipo económico que atentan contra la rentabilidad de los sistemas, como son:

- El desmedido incremento del costo de los combustibles requeridos para accionar los motores de las bombas.
- Una inadecuada forma de fijar las tarifas que no permite establecerlas de manera oportuna.

Sin embargo, se pudo detectar que aproximadamente un 50% de los sistemas por bombeo encuestados no tenían problemas y que, no obstante, tampoco brindaban

---

\* Al igual que para los sistemas GS, esta aproximación podría no ser apropiada, ya que en este caso la muestra representa el 16.3% del total de sistemas GC del país.

servicio permanente y continuo. Al profundizar en el análisis de estos sistemas se encontró que en el 62% de los casos, los usuarios manifestaron estar satisfechos con el servicio. Este aparente absurdo queda dilucidado si se toman en consideración aspectos sociales y hábitos de vida de la población servida. La población rural, agricultora por excelencia, permanece la jornada diaria fuera de sus casas, requiriendo de agua en las primeras horas de la mañana, raramente al mediodía, ya que acostumbran un almuerzo frugal y nuevamente al caer la tarde. Por tanto, les basta que el servicio sea oportuno y no necesariamente permanente. Esto indica la importancia que tienen las variables sociales en los criterios de diseño y en la concepción de los proyectos.

## B. Calidad de servicio

En la encuesta, el aspecto de la calidad de servicio fue calificado en forma subjetiva por el usuario de manera genérica en bueno, regular o malo, no habiéndose podido conseguir mayor precisión. El análisis de esta información permitió inferir que:

- Del total de sistemas encuestados, el mejor índice de bondad de servicio correspondió, lógicamente, a los sistemas GS, con un 65.7%. Del 34.3% restante, el 78% era regular y el 22% malo.
- Siguen en importancia los sistemas GC, con un índice de bondad de servicio del 50%. Del 50% restante, el 36% era regular y el 64% malo.
- Los sistemas BS vienen a continuación con el 44% de los sistemas brindando un buen servicio. Del 56% restante, el 36% con servicio regular y el 64% con servicio malo.
- Por último, los sistemas BC. En el 50% de los casos, el servicio era bueno y el 50% restante brindaba un servicio malo, no habiéndose reportado sistemas con calidad de servicio regular.
- El índice ponderado de calidad de servicio para la totalidad de los sistemas encuestados es de 58% con servicio bueno, 22% con servicio regular y 20% con servicio malo. Los diagramas 7, 8, 9 y 10 muestran gráficamente lo mencionado.

## 1. Calidad de servicio versus capacitación del operador

Parte de los datos de la encuesta contenía información relacionada al nivel de educación y tipo de capacitación de los operadores de los sistemas. Los resultados de correlacionar estas variables son mostrados en los cuadros 14 y 15, de los cuales se aprecia que:

- No existe relación entre el nivel de educación del operador y la calidad del servicio, reflejado por el menor porcentaje de sistemas que brindan buen servicio con operadores con nivel de estudios secundarios.

- La menor incidencia de sistemas mal operados (15%) la tienen los sistemas con operadores adiestrados por el Plan Nacional de Agua Potable Rural (PNAPR).

El análisis mencionado estaría indicando que la comprensión por parte del operador de su función social dada en el adiestramiento es de gran importancia para el buen funcionamiento de los acueductos rurales.

La formación efectiva de los operarios es lograda, en la práctica, durante la construcción de los sistemas siendo deseable, por tanto, que el operador de un acueducto rural sea escogido y adiestrado entre el personal que interviene en la construcción del sistema.

## 2. Calidad del servicio y calidad de agua distribuida

En el abastecimiento de agua a comunidades rurales se carece de programas periódicos de control de la calidad del agua distribuida a la población (cloro residual, NMP, etc.) no siendo posible, por tanto, hacer inferencias con relación a este aspecto.

Resulta aparente, a juzgar por los hechos, que la calidad bacteriológica del agua deja mucho que desear, pues es sabido que el 89% de los sistemas no está desinfectando el agua distribuida a la población. Ello se debe a la falta de un programa efectivo de distribución de material desinfectante (hipoclorito de Ca) que asegure un abastecimiento oportuno del insumo. Por las mismas razones, tampoco ha sido posible evaluar las condiciones físico-químicas del agua de bebida distribuida.

## 3. Calidad del servicio y cantidad de agua distribuida

A menudo la cantidad de agua distribuida a la población resulta insuficiente. Las posibles causas son comunmente relacionadas con los hábitos de consumo de la población, régimen hidrológico de la fuente o competencia con otros usos, no siendo posible en la actualidad identificar las causas en forma precisa por no existir el más mínimo programa de medición de agua (captada, tratada, distribuida y consumida). Por esta misma razón resulta imposible estimar el agua perdida por fugas intradomiciliarias o en las redes.

A fines de 1978, la DIS inició un programa de medición de consumos domiciliarios cuyos resultados aún se desconocen, pero se prevé que los mismos serán de utilidad, no solo para identificar algunas de las causas de la falta de agua, sino también serán de gran valor en la evaluación de los parámetros de diseño asumidos en la actualidad para los consumos per capita.

## C. Estado de conservación de los elementos de los sistemas

### 1. Comunes a todos los sistemas

En el acápite IV A.2 se hizo referencia al estado de deterioro en que se encontraban las unidades de bombeo encuestadas. El siguiente análisis se refiere

al estado de conservación de los elementos comunes a todos los sistemas.

a. Captación

De un total de 114 sistemas que informaron acerca del estado de conservación de la captación, en el 29% (33/114) de los casos éste era regular o malo. Los problemas más comunes eran producidos por avalanchas y crecidas de los ríos. (Ver figuras 2 y 3).

b. Conducción/impulsión

De los 128 sistemas informantes, en el 32% (41/128) de los casos el estado de conservación era regular o malo. No se identificaron los tipos de deterioro.

c. Reservorio

El 89% (124/139) de los sistemas encuestados informaron acerca del estado de conservación del reservorio. De éstos, el 22% (27/124) tenía el reservorio en estado regular o malo. Entre las fallas más comunes se pueden citar filtraciones de agua, deterioro de las escalas de acceso, falta de protección contra el ingreso de animales y material extraño. Este es el elemento del sistema con mejor estado de conservación.

d. Red de distribución

El 96% (133/139) de los sistemas encuestados informaron acerca del estado de conservación de la red de distribución. De éstos, el 28% (37/133) acusaba tener problemas. El problema comúnmente mencionado, las roturas constantes, guarda estrecha relación con deficiencias en el tendido de las tuberías, poca profundidad de enterramiento, desuniforme superficie de contacto, lo que las hace muy vulnerables al tránsito de vehículos pesados y animales mayores.

e. Conexiones domiciliarias

Son los elementos de la red que siguen en orden de importancia a las unidades de bombeo en el mal estado de conservación. Así se tiene que el 33% (41/123) de los 123 sistemas informantes reportaron tener problemas.

Los sistemas de distribución de agua intradomiciliarios, a juzgar por el número de caños (grifos) por conexión reportado, se hallan en el estadio más temprano de desarrollo ya que, salvo muy raras excepciones, existe sólo un caño (grifo) por conexión (ver figura 4). Tomando en consideración este hecho, se pudo ver que las fallas en este elemento de la red se circunscriben a fugas en las acometidas por mala instalación, normalmente hecha por empíricos y en segundo lugar, el deterioro del caño (grifo) interior ocasionando desperdicio. No se informó acerca de la incidencia de cada una de estas fallas. El cuadro 13 resume lo mencionado con respecto al estado de conservación de estos elementos del sistema.

## 2. De las unidades de tratamiento

Del total de sistemas encuestados, el 29% (40/139) tenían planta de tratamiento. Estos sistemas se listan en el anexo 4. Acerca de las unidades de tratamiento se informa del siguiente modo:

- a. Desarenador: Existe un elevado porcentaje, 88% (35/40) de sistemas que no informaron ni del estado ni de la existencia de esta unidad. De los cinco que informaron, uno manifestó no tenerlo y los cuatro restantes informaron que el estado de conservación era bueno. Por el reducido número de informantes, los resultados no se consideran significativos. Ver figura 2.
- b. Sedimentador: En éstos se alcanzó a obtener mayor información que en los desarenadores, pero sin llegar a alcanzar cifras significativas. Así tenemos que de los 40 sistemas con tratamiento encuestados el 45% (18/40) no informó. El 64% (14/22) de los 22 que informaron poseía sedimentadores en buen estado, siendo éste regular o malo en el 36% (8/22) restante.
- c. Filtros: Como se mencionó al comenzar este trabajo, más del 99% de los sistemas con tratamiento utilizan la filtración lenta, el resto usa la filtración a presión, no habiéndose encuestado ninguno de estos últimos.

El sistema de filtración es el elemento del tratamiento que se encuentra en peor estado ya que de los 33 sistemas informantes, el 33% (11/33) se halla en mal estado o paralizado. Ver figura 5. No se informó acerca del tipo de deterioro. En cuanto a la paralización, es probable que ésta sea debida a fallas en la operación y el mantenimiento de las unidades y al escaso caudal de las fuentes, todo lo cual se trata posteriormente en este trabajo. El cuadro 16 resume lo mencionado con relación a las unidades de tratamiento.

### D. Operación y mantenimiento

Parte de los datos contenidos en la encuesta se relacionaban a aspectos de operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable rural en la cual se analizaba la frecuencia de las operaciones de limpieza de las unidades de tratamiento, horas de funcionamiento de los sistemas, grado de instrucción de los operadores y tipo de adiestramiento recibido. De toda esta información, los tres últimos puntos han sido referidos al analizar diversos aspectos con anterioridad, quedando por analizar lo relacionado a la frecuencia de las operaciones de limpieza de las unidades de tratamiento.

Los problemas de operación y mantenimiento más comunes están asociados a los sistemas con planta de tratamiento y, de manera más específica, a la limpieza de las unidades de sedimentación y filtración, lo cual se refiere a continuación:

1. Limpieza de sedimentadores. Del total de sistemas con tratamiento encuestados, el 48% (19/40) informaron acerca de la frecuencia en la limpieza de estas unidades. De éstos, el 16% (3/19) informaron no haber sido limpiados

nunca o lo eran una vez cada año, 42% (8/19) con frecuencia de un mes o más y el 42% (8/19) restante cada 15 días o menos. Ver el diagrama 11 en el que se aprecia que la mayor frecuencia resultó ser quincenal.

Debido al bajo porcentaje de sistemas informantes, las cifras mencionadas poseen significancia solo para la población muestral, sin reflejar necesariamente la situación nacional. Ver figuras 6 y 7.

2. Limpieza de filtros. Con respecto a las unidades de filtración, un 33% (7/21) informó no haber sido limpiados nunca o que lo eran una vez cada año, 57% (12/21) con frecuencias mayores de un mes y el 10% (2/21) cada 15 días. Ver diagrama 12.

Del total de sistemas con tratamiento encuestados, el porcentaje de informantes acerca de la frecuencia de limpieza de las unidades de filtración (21) es escasamente superior al 50% (21/40). Al igual que con las unidades de sedimentación, las cifras presentadas son válidas únicamente para la población muestral.

Con relación a la muestra, se puede decir que el principal problema asociado con la limpieza de los filtros lentos se debe a que éstos no cuentan con el más mínimo equipo para el lavado de las arenas, dando lugar a que:

- La arena sucia sea retirada poco a poco de los filtros sin ser restituida después, figura 8.
- La remoción de la arena de los filtros sea realizada solo en casos extremos de colmatación.
- Los filtros sean retirados de servicio haciendo que el agua pase directamente del sedimentador al reservorio o a la red.
- La vida útil de los filtros está limitada por el espesor de la capa filtrante y el número de raspados que ésta pueda soportar.

#### E. Sistema tarifario

Cuando el costo de producción de una unidad de volumen de agua excede los precios de venta, se tendrá una condición crítica que provoque el cierre del sistema y la suspensión del servicio.

Un sistema con deficiente régimen tarifario es muy probable que no suministre un buen servicio.

Con el propósito de investigar la relación existente entre la calidad de servicio y la adecuación de la tarifa (en este caso, bajo el punto de vista del usuario) se correlacionaron estas variables pudiendo obtener valores representativos solo para el caso de sistemas GS, debido a que el número de sistemas de otro tipo que respondieron a las interrogantes fue muy limitado.

De los 87 sistemas GS que respondieron a la encuesta, se observó que en el 13.8% (12/87) de los casos, la tarifa era considerada adecuada en función a la capacidad de pago de los usuarios. En el 86.2% (75/87) restante ella fue considerada muy baja. En los sistemas en los cuales la tarifa fue considerada muy baja, se observó que casi el 70% recibía un servicio malo y que el 83% (10/12) de aquéllos con buena tarifa gozaban de buen servicio, lo cual corrobora lo expresado al iniciar el presente acápite.

En el cuadro 17 se incluye información acerca del monto de las tarifas domiciliarias por tipo de sistema a partir de los datos de la encuesta. El cuadro 18 es tomado de la referencia 8 y en él se muestran las tarifas máximas y mínimas por departamento y tipo de sistema.

El valor máximo-máximo del cuadro corresponde al departamento de Piura con 160 soles (US\$ 0.64)\* mensuales. El valor mínimo-mínimo corresponde al departamento de Apurímac con tres soles (US\$ 0.012)\* mensuales, siendo la media geométrica 17.25 soles (US\$ 0.068). Relacionando la media geométrica al salario mínimo vital promedio del país (14,311 soles o US\$ 57.25) ella alcanza el 0.12%, cifra sumamente reducida que no alcanza a cubrir en muchos casos ni aun los costos de operación. Del mismo cuadro 18 se puede apreciar que existen más de 20 tarifas distintas las cuales son establecidas a nivel central y que, debido a su lejanía con algunos de los pueblos, no siempre es oportuna.

## V. RESULTADOS

Basados en el análisis y procesamiento de la información contenida en las encuestas de campo, se resume que:

### A. Con relación a la encuesta:

- La información resultó, en la mayoría de los casos, insuficiente como para poder extender con confianza a nivel nacional los resultados.
- La insuficiencia de información se vio agravada en los casos en los cuales las respuestas a determinadas preguntas no llegó al 50%.
- Las preguntas de carácter cualitativo de servicio fueron respondidas de manera genérica y subjetiva en tres grandes grupos: bueno, regular y malo.
- No se incluyó información de carácter cualitativo ni cuantitativo acerca del agua tratada y distribuida a la población.

---

\* Asumiendo el cambio a 250.00 soles por dólar.

B. Con relación al estudio:

La información contenida en las encuestas en aspectos de operación, mantenimiento y estado de conservación de las unidades de los sistemas ha permitido identificar los problemas más críticos que afectan la buena marcha de los servicios.

Las áreas donde se hallaron las principales deficiencias responsables de los problemas están, en orden de importancia, en el sistema organizativo, la operación, el adiestramiento, el mantenimiento, la educación del usuario, el estudio y el diseño.

El cuadro 19 resume los hallazgos del estudio.

VI. CONCLUSIONES

A través del estudio se puede ver que, el rápido incremento del número de sistemas construidos para abastecer de agua potable a comunidades rurales del Perú en los últimos 20 años ha dado lugar a que las oficinas técnicas gubernamentales pertinentes dediquen sus escasos recursos (económicos, humanos y equipo) exclusivamente al diseño y la construcción del mayor número posible de sistemas, habiendo impedido que paralelamente se planifique el crecimiento y se fortalezcan los elementos de apoyo que aseguren la conservación de las unidades y la provisión de un buen servicio una vez concluidas las obras. Esto ha dado lugar a que:

- Solo el 58% de los sistemas encuestados brindaban un buen servicio.
- En el 42% de los casos los sistemas, o brindaban un mal servicio, o estaban paralizados.
- El 45% de los sistemas con bombeo tenían averiadas sus unidades.
- Los principales problemas que afectan a los servicios están relacionados a la operación y mantenimiento de los mismos, la falta de capacitación de los operadores, los hábitos de consumo de los usuarios y, en ciertos casos, a deficiencias en el diseño.
- Existen 23 tipos diferentes de tarifas a nivel nacional que fluctúan desde los tres soles (US\$ 0.012) hasta los 160 soles (US\$ 0.64), siendo la media geométrica de 17.25 soles (US\$ 0.068).
- La forma de establecer las tarifas es a nivel central, lo que da lugar a que éstas sean reajustadas muy esporádicamente.
- Existe escasez de agua debido al desperdicio y a usos indebidos, principalmente, no pudiendo controlar ésta con mayor precisión al no haber medición del agua producida y consumida.

- El 89% de los sistemas no desinfecta las aguas distribuidas a la población, entre los que se cuentan incluso sistemas que captan aguas de acequias, ríos u otra fuente superficial. Por tanto, los riesgos para la salud son elevados.
- Se carece de un sistema adecuado que asegure el eficiente y oportuno suministro de material desinfectante a nivel nacional.
- No existe un programa establecido de control de calidad de los procesos de tratamiento ni del agua distribuida a la población.

## VII. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones del estudio, se cita a continuación algunas de las medidas consideradas recomendables tendientes a solucionar los problemas detectados.

- El fortalecimiento de una organización que asegure una operación, mantenimiento, suministro de equipos y repuestos al sistema de acueductos rurales en forma eficiente, rápida y oportuna.
- Definir una fórmula sencilla y de fácil aplicación para la determinación de tarifas en forma realista y compatible con los gastos operativos y administrativos.
- Establecer un programa de medición y control de calidad del agua tratada y distribuida.
- Iniciar un programa de racionalización de consumos en función a la disponibilidad de agua y energía locales.
- Iniciar programas locales de divulgación tendientes a educar a los usuarios en el uso adecuado del agua.
- Completar, a través de la organización antes recomendada, el programa evaluativo de sistemas de agua potable rural a la brevedad posible, para lo cual es necesario elaborar un nuevo tipo de formulario encuesta más expeditivo y preciso.
- Establecer un programa permanente de adiestramiento y capacitación de operadores de los sistemas de agua potable rural.

Mediante esta información será posible determinar con exactitud los sistemas paralizados, causas y costos de rehabilitación necesarios para la determinación de requerimientos de repuestos y elementos de stand-by.

INDICE DE CUADROS

	<u>Página</u>
CUADRO 1 - Localidades servidas con agua potable atendiendo a la fuente de financiamiento	16
CUADRO 2 - Sistemas de agua potable rural (SAPR) por tipo y localización geográfica en el país	17
CUADRO 3 - Total de localidades servidas según tipo de sistema y fuente financiera	18
CUADRO 4 - Distribución de los sistemas encuestados inicialmente, según la fuente financiera	19
CUADRO 5 - Distribución de los sistemas encuestados inicialmente según el tipo	19
CUADRO 6 - Cobertura de la muestra inicial según la fuente de financiamiento y tipo de sistema	20
CUADRO 7 - Períodos de ejecución de obras según la fuente financiera	20
CUADRO 8 - Agrupación simplificada de sistemas según la fuente financiera	21
CUADRO 9 - Coberturas alcanzadas en la encuesta inicial	22
CUADRO 10 - Sistemas adicionales a encuestar y encuestados en el estudio	22
CUADRO 11 - Coberturas iniciales (I) y logradas durante el estudio (F) según agrupaciones (%)	23
CUADRO 12 - Coberturas iniciales (I) y logradas durante el estudio (F) según tipo de sistema (%)	23
CUADRO 13 - Porcentaje de fallas reportadas según el componente del sistema	24
CUADRO 14 - Calidad de servicio y nivel de educación del operador	24
CUADRO 15 - Calidad de servicio y tipo de adiestramiento del operador	25
CUADRO 16 - Elementos de tratamiento en estado de conservación malo o regular	25
CUADRO 17 - Sistema tarifario mensual según tipo de sistema (encuesta)	26
CUADRO 18 - Tarifas máximas y mínimas en soles al mes, por departamento y tipo de sistema al 31.12.77	26
CUADRO 19 - Areas responsables de los factores que limitan la calidad del servicio de agua potable rural	27

Cuadro 1

LOCALIDADES SERVIDAS CON AGUA POTABLE ATENDIENDO A  
LA FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Fuente de Financiamiento	Total de Localidades
I Etapa	179
II Etapa	351
III Etapa	267
P-JUNIN	14
C-20	10
C-49	149
ORDEZA	34
CARE	50
OTROS	4
T O T A L	1,058

Cuadro 2  
SISTEMAS DE AGUA POTABLE RURAL (SAPR) POR TIPO  
Y LOCALIZACION GEOGRAFICA EN EL PAIS \*

DEPARTAMENTO	Tipos de Sistema en el País				Total
	G S	G C	B S	B C	
Amazonas	6	13	1	--	20
Ancash	62	22	7	--	91
Apurímac	45	4	--	--	49
Arequipa	14	14	9	5	41
Ayacucho	56	14	1	--	71
Cajamarca	28	14	3	--	45
Cuzco	80	17	3	--	100
Huancavelica	17	7	--	--	24
Huánuco	11	18	2	1	32
Ica	--	--	27	--	27
Junín	95	19	9	1	124
La Libertad	35	8	9	--	52
Lambayeque	1	--	8	--	9
Lima	49	16	8	--	73
Loreto	--	--	3	6 <sup>1</sup>	9
Moquegua	8	4	--	--	12
Pasco	27	4	--	--	31
Piura	3	7	23	--	33
Puno	37	7	25	--	69
San Martín	5	3	3	10 <sup>2</sup>	21
Tacna	13	3	1	--	17
Tumbes	--	--	7	--	7
<b>T O T A L E S</b>	<b>592</b>	<b>194</b>	<b>149</b>	<b>22</b>	<b>957</b>

G S = Gravedad sin tratamiento      B S = Bombeo sin tratamiento

G C = Gravedad con tratamiento      B C = Bombeo con tratamiento

<sup>1</sup> Cuatro sistemas en construcción

<sup>2</sup> Cinco sistemas en construcción

\* Fuente: referencia (8)

**Cuadro 3**  
**TOTAL DE LOCALIDADES SERVIDAS SEGUN TIPO**  
**DE SISTEMA Y FUENTE FINANCIERA**

FUENTE FINANCIERA	TIPO DE SISTEMA								TOTAL	
	GS		GC		BS		BC			
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
I Etapa	86	8.1	28	2.6	63	6.0	2	0.2	179	16.9
II Etapa	201	19.0	76	7.2	64	6.0	10	0.9	351	33.2
III Etapa	138	13.0	61	5.8	58	5.5	10	0.9	267	25.2
P - JUNIN	14	1.3	0	0	0	0	0	0	14	1.3
C - 20	8	0.8	1	0.1	1	0.1	0	0	10	1.0
C - 49	100	12.3	17	1.6	2	0.2	0	0	149	14.1
ORDEZA	20	1.9	12	1.1	2	0.2	0	0	34	3.2
CARE	37	3.5	7	0.7	6	0.6	0	0	50	4.7
Otros	4	0.4	0	0	0	0	0	0	4	0.4
<b>TOTAL</b>	<b>638</b>	<b>60.3</b>	<b>202</b>	<b>19.1</b>	<b>196</b>	<b>18.6</b>	<b>22</b>	<b>2.0</b>	<b>1,058</b>	<b>100.0</b>

**Cuadro 4**  
**DISTRIBUCION DE LOS SISTEMAS ENCUESTADOS INICIALMENTE,**  
**SEGUN LA FUENTE FINANCIERA \***

FINANCIAMIENTO	PROPORCION (%)	
	Nacional	Encuesta
I Etapa	20.6	19.6
II Etapa	41.1	56.9
III Etapa	13.6	11.8
Convenio 49	18.0	5.9
Convenio CARE	3.1	0.0
Otros Convenios	3.6	5.8
<b>T O T A L E S</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Cuadro 5**  
**DISTRIBUCION DE LOS SISTEMAS ENCUESTADOS INICIALMENTE,**  
**SEGUN EL TIPO \***

FINANCIAMIENTO	PROPORCION (%)	
	Nacional	Encuesta
Gravedad sin planta	67.7	51.0
Gravedad con planta	16.3	27.5
Bombeo sin planta	14.5	14.7
Bombeo con planta	1.5	5.9
<b>T O T A L E S</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

\* Fuente: referencia (1)

Cuadro 6  
COBERTURA DE LA MUESTRA INICIAL SEGUN LA FUENTE DE  
FINANCIAMIENTO Y TIPO DE SISTEMA

Fuente de Financiamiento	Tipo de Sistema															
	G S				G C				B S				B C			
	País		Muestra		País		Muestra		País		Muestra		País		Muestra	
	# (1)	% (2)	# (3)	% (4)	# (5)	% (6)	# (7)	% (8)	# (9)	% (10)	# (11)	% (12)	# (13)	% (14)	# (15)	% (16)
I Etapa	86	8.1	12	13.9	28	2.6	8	32.1	63	6.0	6	9.5	2	0.2	0	0
II Etapa	201	19.0	34	16.9	76	7.2	14	18.4	64	6.0	6	9.3	10	0.9	5	50.0
III Etapa	138	13.0	8	5.8	61	5.8	0	0	58	5.5	3	5.2	10	0.9	1	10.0
P-JUNIN	14	1.3	1	7.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-20	8	0.8	0	0	1	0.1	0	0	1	0.1	0	0	0	0	0	0
C-49	130	12.3	10	7.7	17	1.6	0	0	2	0.2	0	0	0	0	0	0
ORDEZA	20	1.9	0	0	12	1.1	3	25.0	2	0.2	0	0	0	0	0	0
CARE	37	3.5	0	0	7	0.7	0	0	6	0.6	0	0	0	0	0	0
Otros	4	0.4	2	50.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 7  
PERIODOS DE EJECUCION DE OBRAS SEGUN  
LA FUENTE FINANCIERA

PAPR	Período
I Etapa	1964 - 1967
II Etapa	1967 - 1973
III Etapa	1975 - 1979
C-20	1961 →
C-49	1967 →
P-JUNIN	1961 →
CARE	1973 →
ORDEZA	1973 →

Cuadro 8

AGRUPACION SIMPLIFICADA DE SISTEMAS SEGUN LA  
FUENTE FINANCIERA

Grupo	Fuente de Financiamiento	GS	GC	BS	BC
A	I Etapa	86	28	63	2
	C - 20	8	1	1	0
	P - JUNIN	14	0	0	0
	T O T A L	108	29	64	2
B	II Etapa	201	76	64	10
	C - 49	130	17	2	0
	ORDEZA	20	12	2	0
	T O T A L	351	105	68	10
C	III Etapa	138	61	58	10
	CARE	37	7	6	0
	T O T A L	175	68	64	10

Cuadro 9  
COBERTURAS ALCANZADAS EN LA ENCUESTA INICIAL  
(%)

Grupo	GS	GC	BS	BC
A	12.0	31.0	9.5	0
B	12.5	16.2	9.3	50.0
C	4.6	0	4.7	10.0

Cuadro 10  
SISTEMAS ADICIONALES A ENCUESTAR Y ENCUESTADOS  
EN EL ESTUDIO

GRUPO	GS					GC					BS					BC				
	T	D	M	A	MA	T	D	M	A	MA	T	D	M	A	MA	T	D	M	A	MA
A	108	11	16	0	0	29	3	8	0	1	64	6	6	0	0	2	2	0	2	2
B	351	35	43	0	0	105	11	17	0	0	68	7	6	1	3	10	10	5	5	0
C	175	18	8	10	10	68	7	0	7	7	64	6	3	3	3	10	10	1	0*	0
				10	10				7	8				4	6				7	2

\* 9 sistemas en proceso de construcción

T = Total de sistemas  
D = N° deseable  
M = N° en la muestra inicial  
(encuestados)  
A = N° adicional (por encuestar)  
MA = N° adicional (encuestados)

Cuadro 11  
COBERTURAS INICIALES (I) Y LOGRADAS DURANTE EL  
ESTUDIO (F) SEGUN AGRUPACIONES, (%)

Grupo	Tipo de Sistema							
	GS		GC		BS		BC	
	I	F	I	F	I	F	I	F
A	12	15	31	31	9	9	0	100
B	13	13	15	18	9	14	50	50
C	10	10	0	10	5	9	100	100

Cuadro 12  
COBERTURAS INICIALES (I) Y LOGRADAS DURANTE EL  
ESTUDIO (F) SEGUN TIPO DE SISTEMA (%)

GRUPO	Tipo de Sistema								TOTAL	
	GS		GC		BS		BC			
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
A+B+C	10	13	12	17	4	10	54	70	11	14

Cuadro 13  
 PORCENTAJE DE FALLAS REPORTADAS SEGUN EL  
 COMPONENTE DEL SISTEMA

Componente del sistema	% con problemas operativos
Captación	29
Con/imp.	32
Reservorio	22
Red distrib.	28
Conexiones	33
Bombeo	45

Cuadro 14  
 CALIDAD DE SERVICIO Y NIVEL DE EDUCACION  
 DEL OPERADOR

Nivel de Educación	Calidad de Servicio (%)		
	Bueno	Regular	Malo
Primaria	64	8	28
Secundaria	27	37	36

Cuadro 15  
 CALIDAD DE SERVICIO Y TIPO DE ADIESTRAMIENTO  
 DEL OPERADOR

Tipo de Adiestramiento	Calidad de Servicio (%)		
	Buena	Regular	Mala
PNAPR	60	25.0	15
C.C.	58	7.2	34

PNAPR = Plan Nacional de Agua Potable Rural  
 C.C. = Construcción Civil

Cuadro 16  
 ELEMENTOS DE TRATAMIENTO EN ESTADO  
 DE CONSERVACION MALO O REGULAR

Elemento	% con problemas operativos
Desarenador	<u>INSUFICIENTE</u>
Sedimentador	36
Filtros	33
Hipoclorador*	89

\* Fuente: referencia (1)

CUADRO 17  
SISTEMA TARIFARIO MENSUAL SEGUN TIPO DE SISTEMA  
(ENCUESTA)

Tarifa S/. por mes	Tipo de Sistema			
	GS	GC	BS	BC
5 - 10	28	7	1	0
11 - 20	16	5	0	0
21 - 30	12	2	0	0
31 - 50	3	3	1	0
51 - 100	2	4	5	0
101 - 150	1	0	5	0

Cuadro 18  
TARIFAS MAXIMAS Y MINIMAS EN SOLES AL MES, POR DEPARTAMENTO  
Y TIPO DE SISTEMA AL 31.12.77\*

DEPARTAMENTO	T A R I F A S							
	GS		GC		BS		BC	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Amazonas	10	10	15	20	--	--	--	--
Ancash	6	40	5	30	10	50	--	--
Apurímac	3	37	10	15	--	--	--	--
Arequipa	5	10	5	15	15	50	30	40
Ayacucho	5	15	10	30	40	80	--	--
Cajamarca	10	100	12	30	20	20	--	--
Cuzco	5	18	9	15	26	40	--	--
Huancavelica	10	15	10	20	--	--	--	--
Huánuco	10	15	15	20	--	--	--	--
Ica	--	--	--	--	15	60	--	--
Junín	5	10	6	15	40	40	--	--
La Libertad	5	30	10	15	40	40	--	--
Lambayeque	15	15	--	--	20	30	--	--
Lima	15	55	10	20	40	150	--	--
Loreto	--	--	--	--	--	--	--	120
Moquegua	6	10	7	10	--	--	--	--
Pasco	6	20	5	10	--	--	--	--
Piura	10	15	10	20	20	160	--	--
Puno	6	90	6	10	--	--	--	--
San Martín	12	20	20	30	30	30	30	35
Tacna	7	10	7	10	10	20	--	--
Tumbes	--	--	--	--	50	50	--	--

\* Fuente: referencia (8)

● Cuadro 19

AREAS RESPONSABLES DE LOS FACTORES QUE LIMITAN  
LA CALIDAD DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE RURAL

Factor * Limitante #	Area Responsable	Descripción del Factor Limitante
1	-Sist. Org. -Educación del usuario	Indebidos hábitos de consumo (desperdicio)
2	-Sist. Org. -Educación del usuario	Indebidos usos del agua (riego de huertas)
3	-Estudio	Excesiva demanda por aumento desmedido de población inmigrante en busca de agua
4	-Estudio	Reducción del caudal de la fuente, deficien- tes técnicas de aforo deforestación y sobre- pastoreo
5	-Operación -Adiestramiento -Diseño	Deficiente o nula limpieza de unidades de tratamiento (sedimentador, filtros)
6	-Mantenimiento -Administración -Adiestramiento	Deterioro de las estructuras de los sistemas
7	-Operación -Mantenimiento -Adiestramiento	Averías equipos de bombeo
8	-Sist. Org. -Mantenimiento	Carencia de partes y repuestos
9	-Sist. Org. -Administración	Deficiente sistema tarifario y escasez de recursos económicos
10	-Operación -Diseño	Faltan programas de control de calidad de procesos
11	-Operación -Diseño -Administración	Faltan programas de control de calidad y cantidad de agua distribuída
12	-Sist. Org. -Administración	Faltan programas de medición de agua con- sumida
13	-Sist. Org. -Operación -Adiestramiento	Rara o nula desinfección del agua distri- buída
14	-Educación del usuario	Escaso desarrollo de redes domiciliarias

\* No denota orden de prioridad

## INDICE DE FIGURAS

	<u>Página</u>
FIGURA 1 - Captación aguas abajo a consecuencia de la expansión urbana	29
FIGURA 2 - Mal estado de conservación de la captación por la erosión	30
FIGURA 3 - Mal estado de conservación de la captación y desarenador abandonados por huayco	30
FIGURA 4 - Incipiente desarrollo de conexiones domiciliarias reflejado por un grifo por conexión	31
FIGURA 5 - Planta de tratamiento abandonada por insuficiente caudal de la fuente	31
FIGURA 6 - Mala operación y mantenimiento de la unidad de sedimentación	32
FIGURA 7 - Mala operación y mantenimiento de la unidad de sedimentación	33
FIGURA 8 - Defectos de diseño y operación de filtros lentos	34

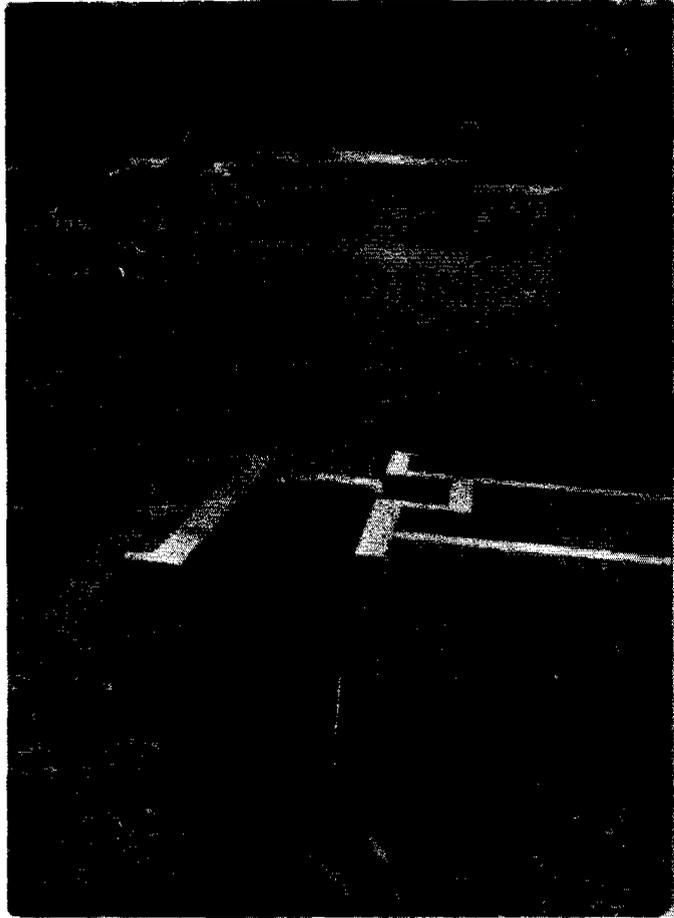


Figura 1

CAPTACION AGUAS ABAJO A CONSECUENCIA DE LA EXPANSION URBANA

Foto: R. Flores



Figura 2

MAL ESTADO DE CONSERVACION DE LA CAPTACION POR LA EROSION

Foto: R. Flores

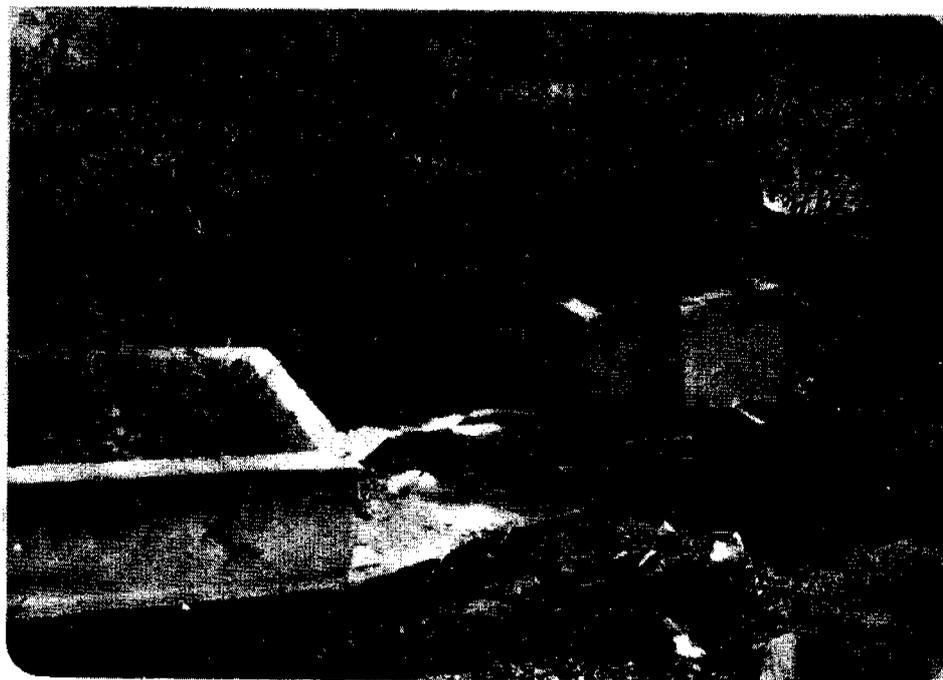


Figura 3

MAL ESTADO DE CONSERVACION DE LA CAPTACION Y DESARENADOR  
ABANDONADOS POR HUAYCO

Foto: R. Flores

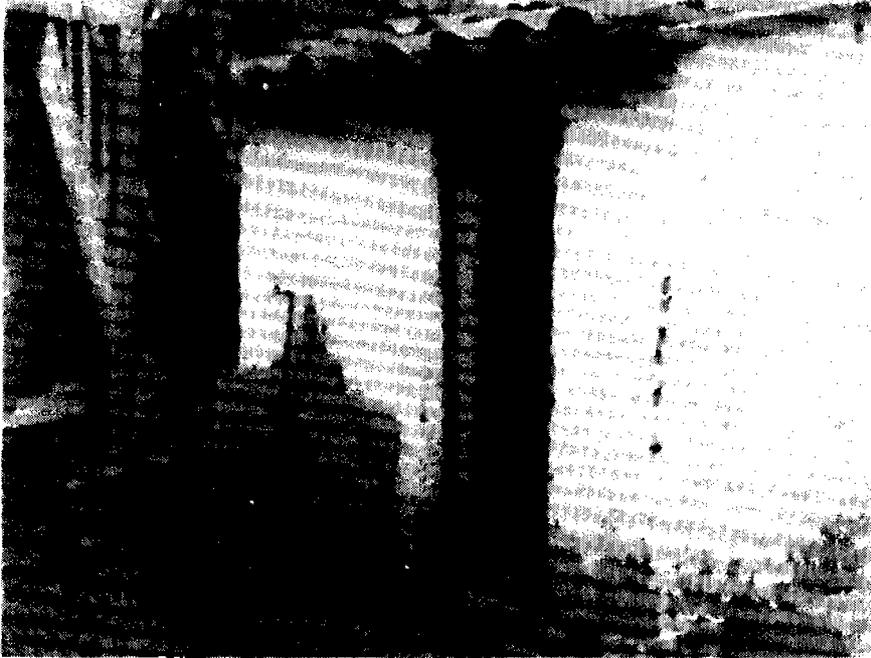


Figura 4

INCIPIENTE DESARROLLO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS  
REFLEJADO POR UN GRIFO POR CONEXION

Foto: R. Flores

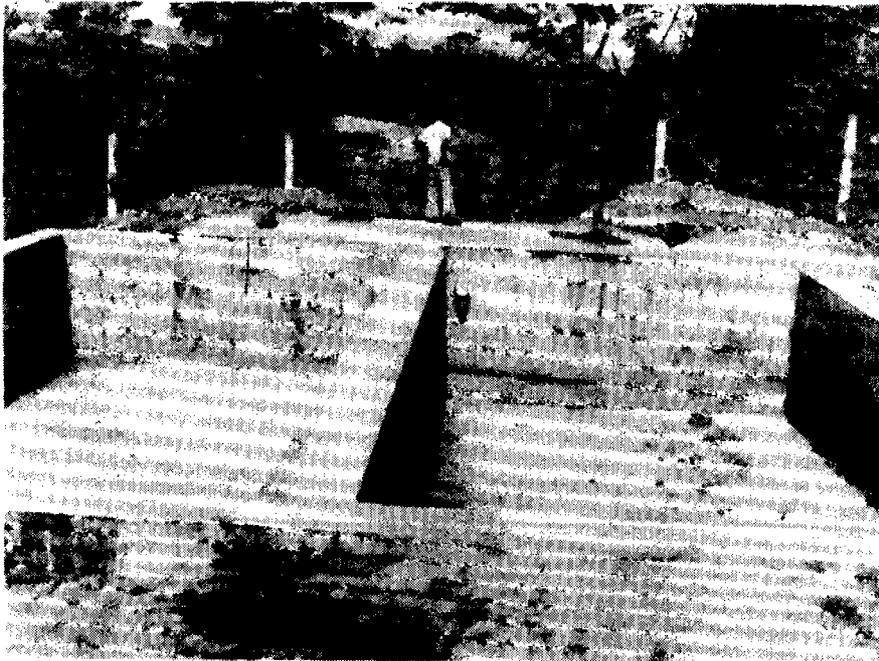


Figura 5

PLANTA DE TRATAMIENTO ABANDONADA POR INSUFICIENTE CAUDAL DE LA FUENTE

Foto: R. Flores



Figura 6

**MALA OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA UNIDAD DE SEDIMENTACION**

Ingreso improvisado a sedimentador, el cual está trabajando ahogado. Se observa el efecto de cortocircuito que reduce la carrera de filtración y además la película de barro acumulada en el borde desde la última limpieza.

Foto: R. Flores



Figura 7

**MALA OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA UNIDAD DE SEDIMENTACION**

En primer plano se aprecia un sedimentador ahogado y rebalsando por mala operación de válvulas. Al momento de tomar la fotografía la arena de uno de los filtros estaba siendo removida.

Foto: R. Flores



Figura 8

DEFECTOS DE DISEÑO Y OPERACION DE FILTROS LENTOS

Defecto de construcción en el dispositivo de entrada a los filtros, erosiona el lecho. Nótese la disminución del lecho debido a los subsecuentes lavados y el bajo caudal de ingreso.

Foto: R. Flores

## INDICE DE DIAGRAMAS

	<u>Página</u>
DIAGRAMA 1 - Sistemas por gravedad con 24 horas de servicio	36
DIAGRAMA 2 - Distribución porcentual de sistemas GS según horas de servicio	36
DIAGRAMA 3 - Distribución porcentual de sistemas GC según horas de servicio	37
DIAGRAMA 4 - Sistemas por bombeo con 24 horas de servicio	37
DIAGRAMA 5 - Distribución porcentual de sistemas BS según horas de servicio	38
DIAGRAMA 6 - Distribución porcentual de sistemas BC según horas de servicio	39
DIAGRAMA 7 - Calidad de servicio bueno vs. tipo de sistema	40
DIAGRAMA 8 - Calidad de servicio regular vs. tipo de sistema	40
DIAGRAMA 9 - Calidad de servicio malo vs. tipo de sistema	41
DIAGRAMA 10 - Indices ponderados de calidad de servicio en los sistemas encuestados	41
DIAGRAMA 11 - Frecuencia en la limpieza de sedimentador	42
DIAGRAMA 12 - Frecuencia en la limpieza de filtros	42

Diagrama 1

SISTEMAS POR GRAVEDAD CON 24 HORAS DE SERVICIO

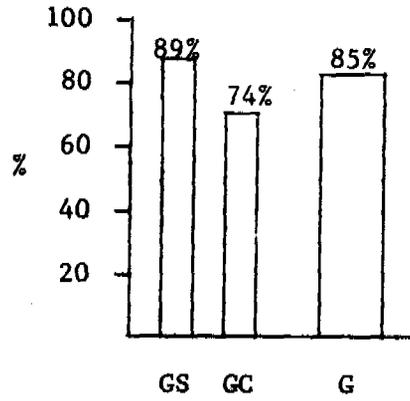


Diagrama 2

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE SISTEMAS GS SEGUN HORAS DE SERVICIO

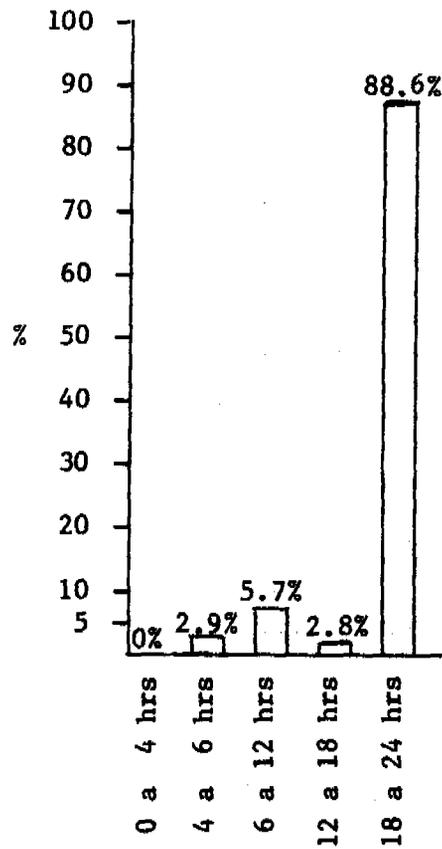


Diagrama 3

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE SISTEMAS GC SEGUN HORAS DE SERVICIO

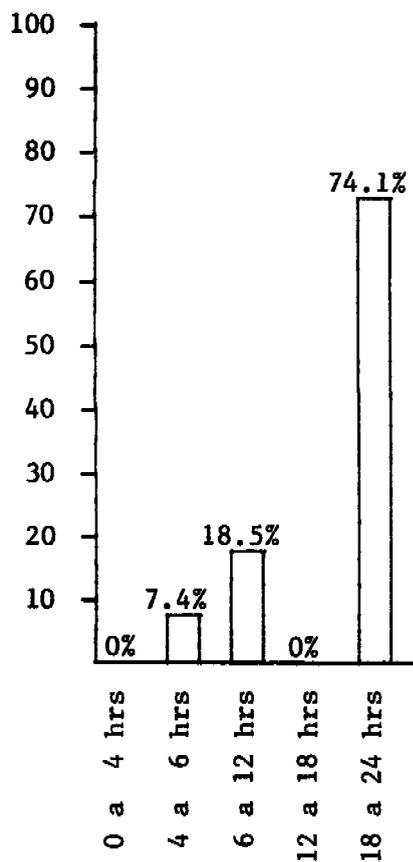


Diagrama 4

SISTEMAS POR BOMBEO CON 24 HRS. DE SERVICIO

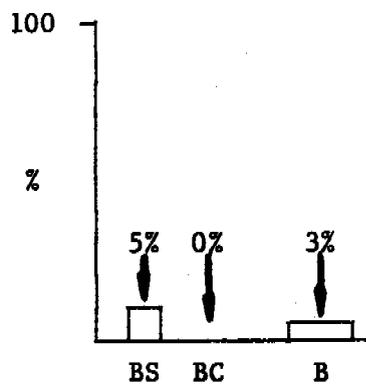


Diagrama 5  
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE SISTEMAS BS  
SEGUN HORAS DE SERVICIO

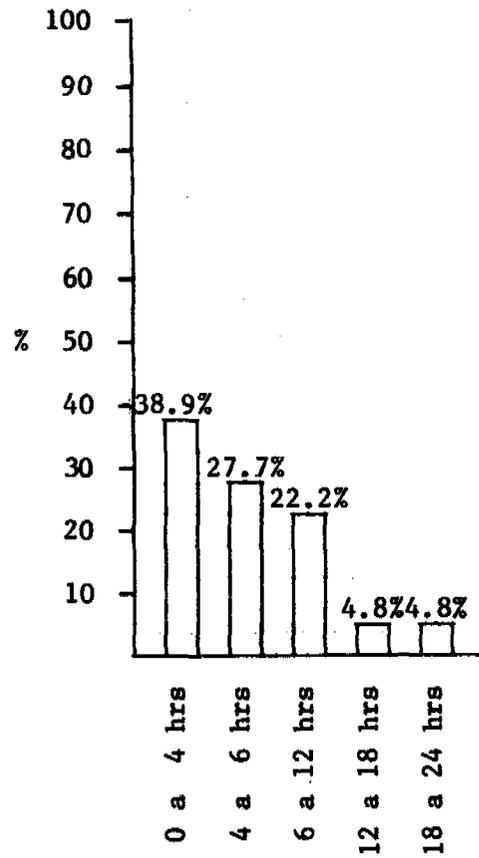


Diagrama 6

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE SISTEMAS BC

SEGUN HORAS DE SERVICIO

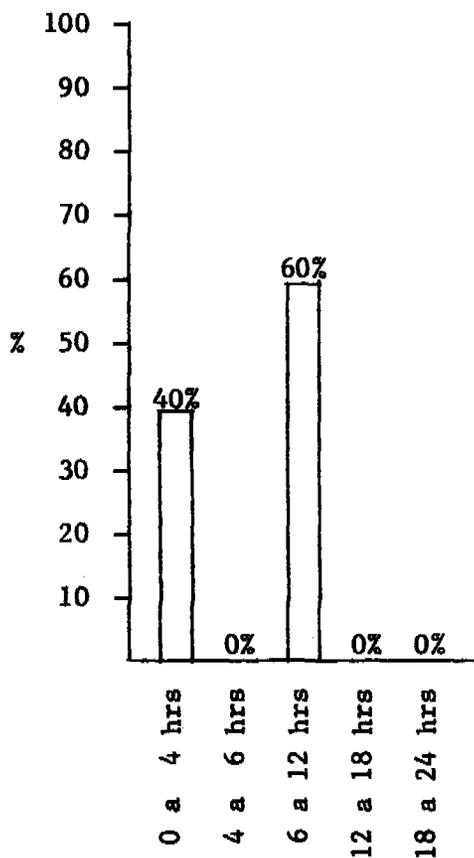


Diagrama 7  
CALIDAD DE SERVICIO BUENO VS. TIPO DE SISTEMA

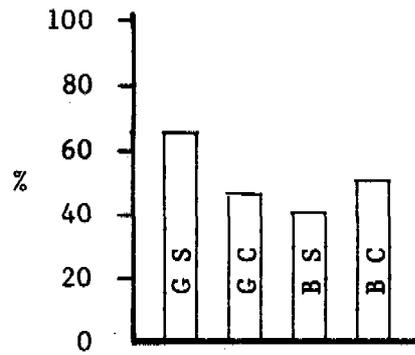


Diagrama 8  
CALIDAD DE SERVICIO REGULAR VS. TIPO DE SISTEMA

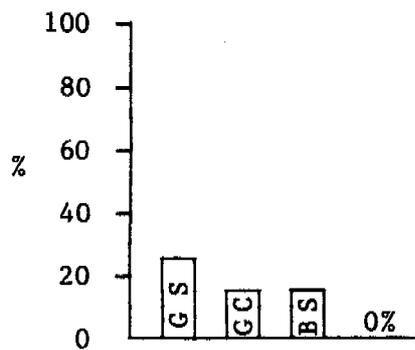


Diagrama 9  
CALIDAD DE SERVICIO MALO VS. TIPO DE SISTEMA

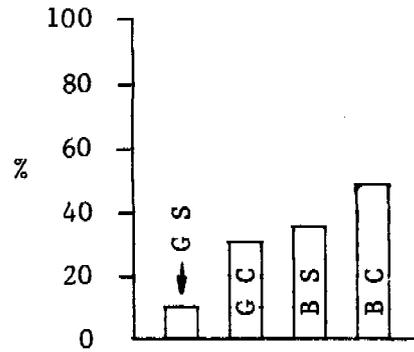


Diagrama 10  
INDICES PONDERADOS DE CALIDAD DE SERVICIO EN LOS  
SISTEMAS ENCUESTADOS

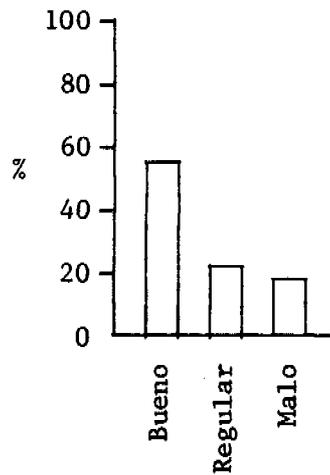


Diagrama 11  
FRECUENCIA EN LA LIMPIEZA DE SEDIMENTADOR

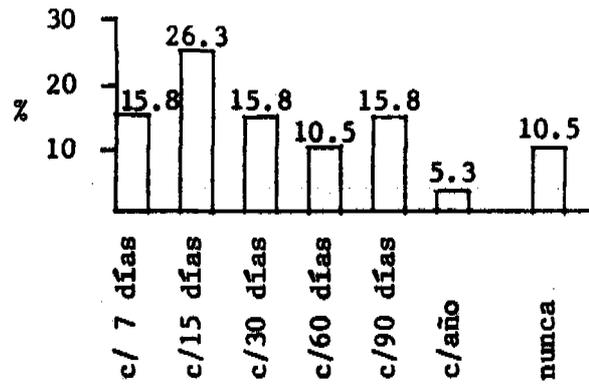
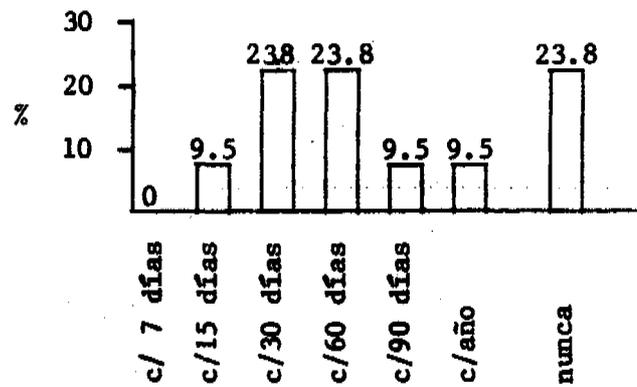


Diagrama 12  
FRECUENCIA EN LA LIMPIEZA DE FILTROS



INDICE DE ANEXOS

	<u>Página</u>
ANEXO 1 - Relación de documentos de base consultados para el estudio	44
ANEXO 2 - Sistemas encuestados al inicio del estudio	45
ANEXO 3 - Sistemas encuestados durante el estudio	46
ANEXO 4 - Sistemas con tratamiento encuestados	47

Anexo I

RELACION DE INFORMES DE VISITA A REGIONES DE SALUD PREPARADOS  
POR LA DIVISION DE PRESERVACION Y SUPERVISION DE SERVICIOS

1. Basurco B., J. Encuesta técnico administrativa de los sistemas de agua potable rural. Lima. Ministerio de Salud. Dirección de Ingeniería Sanitaria. Diciembre 1978.
2. Flores B., R. Informe de viaje a la selva central. Lima. Ministerio de Salud. Dirección de Ingeniería Sanitaria. Mayo 1978.
3. Flores B., R. Informe de viaje a la Región de Salud de Oriente. Lima. Ministerio de Salud. Dirección de Ingeniería Sanitaria. Noviembre 1978.
4. Flores B., R. Informe preliminar de viaje de supervisión realizado al departamento de Puno. Lima. Ministerio de Salud. Dirección de Ingeniería Sanitaria. Noviembre 1978.
5. Flores B., R. Informe de viaje de supervisión a la Región de Salud Sur-Oriental, Cuzco. Lima. Ministerio de Salud. Dirección de Ingeniería Sanitaria. Marzo 1979.
6. Flores B., R. Informe de viaje de supervisión al Area Hospitalaria de Lambayeque. Lima. Ministerio de Salud. Dirección de Ingeniería Sanitaria. Julio 1979.
7. Registro alfabético de servicios de agua potable rural. Lima. Ministerio de Salud. Dirección de Ingeniería Sanitaria. 1979.
8. Flores B., R. Evaluación preliminar de los sistemas de agua potable rural y de los correspondientes dispositivos de vigilancia. Lima. Ministerio de Salud. Dirección de Ingeniería Sanitaria. Marzo 1978.

A N E X O I I

RELACION DE SISTEMAS ENCUESTADOS AL INICIO DEL ESTUDIO

\*\*\*\*\*

Acari	*	Accha	*	Acomayo	*
Acopampa(Nunocoto)	*	Acos	*	Acostambo	*
Acraquia	*	Anasquisque	*	Anta	*
Aquia	*	Buenavista	*	Cacatache	*
Cajacay	*	Calango	*	Catac	*
Catapalla(Uchupam)	*	Cayara	*	Cerro Prieto	*
Coayllo	*	Cochabamba	*	Cochas Chico	*
Collazos	*	Combapata	*	Conaica	*
Cunumbuque	*	Curahuasi	*	Chango	*
Chaupimarca	*	Checacupe	*	Chinchaypuquio	*
Chincheru	*	Chipipata	*	Chongos Alto	*
Santa Maria	*	Chuschi	*	Estique Pampa	*
Huahuapuquio(Coll)	*	Hualla	*	Huancarama	*
Huando	*	Huaro	*	Huasta	*
Huaylasjarca	*	Huayllabamba	*	Huayllacocha	*
Huertas(Noli-Yauli)	*	Humaya	*	Indiana	*
Imperial(Acost-Nah)	*	Jangas	*	Jepelacio	*
Jesus	*	Juan Guerra	*	Kancha Kancha	*
La Encanada	*	Lambrama	*	Laraos	*
Piscontes	*	Lucre	*	Lujaraja	*
Llacanora	*	Malacasi	*	Marcotragadero	*
Mariscal Benavides	*	Matara	*	Mito	*
Montevideo	*	Duraznopampa	*	Anta	*
Molinopampa	*	Namora	*	Nahuinpuquio	*
Ocros	*	Pacobamba	*	Pacocha	*
Pachascucho	*	Palca	*	Palmira	*
Paltashaco	*	Pambarumbe	*	Pampa Cangallo	*
Pampa Tate Pachacu	*	Pariacoto	*	Paullo(Jita-Langla)	*
Pedro Ruiz Gallo	*	Piscoyacu	*	Pomabamba	*
Poroy	*	Quilahuani	*	Salas	*
San Pedro	*	San Pedro Cachora	*	Santa Rosa	*
Santo Domingo	*	San Salvador	*	Serran	*
Shilla	*	Sicaya	*	Sitajara	*
Susapaya	*	Villo Tambochaca	*	Tamshiyacu	*
Taray	*	Tarica	*	Tarucachi	*
Ticaco	*	Ticapampa	*	Tingo	*
Tintay	*	Villa de arma	*	Yaurisque	*
Yucay	*	Yungar	*	Yautan	*
Yaracayacu	*				

CEPIS.-

Unidad de Computo

**A N E X O   I I I**

**RELACION DE SISTEMAS ENCUESTADOS DURANTE EL ESTUDIO**

\*\*\*\*\*

PICHANAKI	*	PALIAN	*	MARANKIARI	*
HUANCAS	*	CHAGUICCOCHA	*	PILCOMAYO	*
COLQUEPATA	*	INGUILPATA	*	ZURITE	*
PATRIAS	*	MOCORAISE	*	SANTA CRUZ DE FLOR	*
QUILMANA	*	STA. ROSA PTE. PIEDR	*	COATA	*
PLATERIA	*	TIGUILLACA	*	HUANCARGUJ	*
MOLLEBAYA	*	SOTILLO	*	CORIRE	*
CHORA	*	LACABAMBA	*	HUACASCHUKUE	*
BOLOGNESI	*	LLAPO	*		

**A N E X O I V**

**RELACION DE SISTEMAS CON TRATAMIENTO ENCUESTADOS**

\*\*\*\*\*

Acomayo	*	Buenavista	*	Catac	*
Cochabamba	*	Cunumbuque	*	Curahuasi	*
Chaupimarca	*	Checacupe	*	Chinchaypuquio	*
Huancarama	*	Indiana	*	Juan Guerra	*
Anta	*	Ocros	*	Pambarumbe	*
Pariacoto	*	Pedro Ruiz Gallo	*	Piscoyacu	*
Pomabamba	*	Poroy	*	San Pedro	*
Santo Domingo	*	San Salvador	*	Susapaya	*
Tamshiyacu	*	Ticaco	*	Tingo	*
Yaurisque	*	Yucay	*	Yaracayacu	*
PICHANAKI	*	PALIAN	*	MARANKIARI	*
CHAQUICCOCHA	*	PATRIAS	*	MOCORAISE	*
HUANCARGUI	*	MOLLEBAYA	*	SOTILLO	*
CORIRE	*	TOTAL = 40			