

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES  
Y CONSERVACION BIOLOGICA

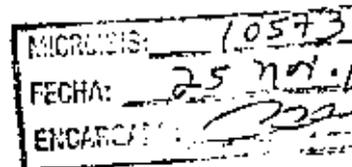
CARACTERIZACION DEL USO DE AGUA EN LA  
COMUNIDAD DE LA LIMA, TATUMBLA, F.M.,  
HONDURAS

Tesis presentada como requisito parcial para optar al  
titulo de Ingeniero Agrónomo en el grado  
académico de licenciatura

por

Juan Carlos Flores López

Honduras, 22 de abril de 1996



El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas y jurídicas se reservan los derechos de autor.



---

Juan Carlos Flores López

Zamorano, Honduras, 22 de abril de 1996

RECIBIDO EN EL  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
EL 22 DE ABRIL DE 1996

DEDICATORIA

A la memoria de mi abuelo Mariano.

A mis padres, hermanos.

A mi novia y mi hija

v

## AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Agrícola Panamericana, por financiarme los estudios del Programa de Ingeniería Agronómica por medio del proyecto EAP-GTZ.

Al proyecto SANREM/CRSP por el financiamiento para el desarrollo de mi trabajo de tesis

A mis asesores.

A mis compañeros.

## CONTENIDO

Título .....	i
Derechos de autor .....	ii
Hoja de firmas .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos .....	v
Tabla de contenidos .....	vi
Índice de Cuadros .....	x
Índice de Figuras .....	xi
Índice de Anexos .....	xiii
Resumen .....	xiv
<b>I INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
<b>II REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 GENERALIDADES .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 SITUACION ACTUAL DEL SECTOR AGUA EN HONDURAS .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1 Sostenibilidad de los sistemas de agua potable .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2 Participación comunitaria .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2.1 Problemas con la participación de las comunidades .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.2.2 Cómo lograr una participación efectiva de la comunidad .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.2.3 Indicadores de éxito en la participación comunitaria y la dotación de agua .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.3 Metodologías para estimar la demanda de agua .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.3.1 La encuesta en la estimación de la demanda .....</b>	<b>11</b>

2.3 FUENTES DE AGUA PARA EL ABASTECIMIENTO .....	12
2.3.1 Aguas subterráneas .....	13
2.3.1.1 Calidad del agua en los depósitos subterráneos .....	14
2.3.2 Manantiales .....	14
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>16</b>
3.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	16
3.2 DETERMINACION DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA .....	16
3.2.1 Medición de caudales .....	17
3.2.1.1 Medición por cambio en almacenamiento .....	17
3.2.1.2 Medición utilizando el tubo de rebalse del tanque .....	19
3.2.1.3 Medición dentro de la pila .....	21
3.3 DETERMINACION DEL NUMERO DE CASAS CONECTADAS AL SISTEMA .....	22
3.4 DETERMINACION DE LA DEMANDA .....	22
3.4.1 Demanda para uso doméstico .....	22
3.4.1.1 Determinación del volumen recolectado .....	23
3.4.1.1.1 Volumen de un recipiente esférico .....	23
3.4.1.1.2 Volumen de un recipiente cilíndrico .....	24
3.4.1.2 Determinación del caudal promedio de las llaves .....	25
3.4.1.3 Determinación del tiempo de uso del agua .....	25
3.4.2 Determinación de la demanda de agua para uso agrícola .....	25
3.5 DETERMINACION DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DEL DESABASTECIMIENTO DE AGUA .....	25
3.6 ANALISIS DE LOS DATOS .....	26

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2 DISPONIBILIDAD DE AGUA .....</b>	<b>31</b>
<b>4.3 CASAS CONECTADAS AL SISTEMA DE AGUA POTABLE .....</b>	<b>31</b>
<b>4.4 DEMANDA DE AGUA EN LA COMUNIDAD .....</b>	<b>32</b>
<b>4.4.1 Demanda de agua para uso doméstico .....</b>	<b>33</b>
<b>4.4.1.1 Demanda por persona .....</b>	<b>38</b>
<b>4.4.1.2 Recolección de agua .....</b>	<b>41</b>
<b>A. Volumen de los recipientes empleados en la                 recolección de agua .....</b>	<b>41</b>
<b>B. Volumen total recolectado .....</b>	<b>45</b>
<b>C. Relación de la recolección de agua .....</b>	<b>47</b>
<b>4.4.1.3 Uso directo del agua .....</b>	<b>51</b>
<b>4.4.1.4 Demanda para el aseo personal .....</b>	<b>55</b>
<b>4.4.1.5 Demanda de agua para el lavado de las letrinas .....</b>	<b>57</b>
<b>4.4.2 Demanda de agua para uso agrícola .....</b>	<b>59</b>
<b>4.5 COMPARACION DE LA DEMANDA Y LA     DISPONIBILIDAD DE AGUA .....</b>	<b>60</b>
<b>4.6 PRINCIPALES CAUSAS DEL DESABASTECIMIENTO .....</b>	<b>61</b>
<b>4.6.1 Evaluación de la participación de la comunidad         en el proyecto de agua .....</b>	<b>63</b>
<b>4.6.2 Evaluación de los indicadores del funcionamiento         de las organizaciones .....</b>	<b>65</b>
<b>4.6.3 Evaluación de los indicadores del manejo del sistema de agua .....</b>	<b>66</b>

V. CONCLUSIONES .....	68
VI. RECOMENDACIONES .....	69
VII. BIBLIOGRAFIA .....	71

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Indicadores de la cobertura de agua en Honduras al año 2000 .....	6
Cuadro 2.	Detalle de la demanda de agua para uso doméstico .....	35
Cuadro 3.	Detalle de los resultados del consumo de agua por persona .....	41
Cuadro 4.	Análisis de los recipientes de recolección de agua .....	44
Cuadro 5.	Datos del análisis del volumen total de los recipiente de recolección .....	44
Cuadro 6.	Detalle del uso directo de agua .....	51
Cuadro 7.	Detalle del análisis de la demanda de agua para el aseo personal por casa .....	56
Cuadro 8.	Detalle del análisis de la demanda de agua para el lavado de las letrinas .....	58
Cuadro 9.	Resumen de la evaluación de la participación de la comunidad en el proyecto de agua .....	65
Cuadro 10.	Resumen de la evaluación de los indicadores de sostenibilidad de las organizaciones .....	66
Cuadro 11.	Resumen de laa evaluación de los indicadores del manejo del sistema de agua .....	67

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema de una caja de captación de agua de un manantia .....	15
Figura 2.	Medición de la dimension de la pila para calcular el caudal de agua según el método de medición por cambio de almacenamiento .....	18
Figura 3.	Determinación del cambio en volumen almacenado .....	19
Figura 4.	Medición utilizando la tubería de rebalse .....	20
Figura 5.	Medición del caudal dentro de la pila .....	21
Figura 6.	Dimensiones de una esfera .....	23
Figura 7.	Dimensiones de un recipiente cilíndrico .....	24
Figura 8.	Esquema del sistema de agua potable .....	30
Figura 9.	Distribución relativa de las casas conectadas al sistema de agua potable .....	31
Figura 10.	Componentes de la demanda de agua .....	33
Figura 11.	Distribución de los componentes de la demanda de agua en 17 casas de la comunidad de La Lima .....	34
Figura 12.	Distribución de frecuencia en los volúmenes demandados de agua .....	36
Figura 13.	Frecuencias acumuladas del consumo de agua en escala logarítmica .....	37
Figura 14.	Relación de la demanda de agua con el número de personas/casa agua por casa .....	38
Figura 15.	Distribución de frecuencias para el consumo de agua por persona ..	39
Figura 16.	Frecuencias acumuladas del consumo de agua/persona, en escala logarítmica .....	40
Figura 17.	Distribución de frecuencias de los volúmenes de los recipientes utilizados para la recolección .....	42
Figura 18.	Frecuencia acumulada del volumen de los recipientes empleados en la recolección de agua en escala logarítmica .....	43

Figura 19.	Frecuencias de los volúmenes de recolección de agua .....	46
Figura 20.	Frecuencia acumulada de los volúmenes recolectados de agua .....	47
Figura 21.	Relación de la recolección de agua con la demanda total de agua en la comunidad .....	48
Figura 22.	Relación de la recolección de agua con el número de personas que habitan cada casa .....	49
Figura 23.	Relación de la recolección de agua con el uso directo .....	50
Figura 24.	Frecuencias del uso directo del agua .....	52
Figura 25.	Frecuencias acumuladas del uso directo del agua en escala logarítmica .....	53
Figura 26.	Relación del uso directo de agua con el número de personas por casa .....	54
Figura 27.	Relación de la demanda de agua con el uso directo del agua .....	55
Figura 28.	Distribución de frecuencias de la demanda de agua para el aseo personal .....	57
Figura 29.	Distribución de frecuencias de la demanda de agua para el lavado de las letrinas .....	58
Figura 30.	Proyección de la demanda de agua .....	60
Figura 31.	Porcentaje que ha pagado la cuota del agua .....	61
Figura 32.	Voluntad de las personas por el pago del servicio de agua .....	63

**ANEXOS**

Anexo 1. Encuesta para la determinación de la demanda de agua ..... 76

## RESUMEN

El abastecimiento de agua es uno de los principales factores para lograr el desarrollo de cualquier país. Así vemos que en Honduras se le ha dado bastante importancia a este sector. En los últimos años se ha incrementado la cobertura de los servicios de agua potable, pensando llegar a la plena cobertura antes del año 2000. Pero estos esfuerzos se ven amenazados por la poca continuidad que el gobierno realiza de los sistemas de agua construidos, y en muchos casos se observa que no se han sentado las bases para que las comunidades participen en el manejo de los sistemas.

La comunidad de La Lima, ubicada en el municipio de Tatumbla es una de las comunidades donde se ha construido un sistema de agua potable pero no se ha desarrollado la conciencia de la personas por mantener y colaborar en la operación de este sistema. Al realizar este estudio se determinó que en la comunidad existe suficiente agua para cubrir las necesidades de la población, y que la principal limitante para lograr la sostenibilidad del sistema es la poca participación de la comunidad en la operación del sistema.

En este estudio se evaluó la demanda de agua, la disponibilidad de la misma en la comunidad además de evaluar indicadores de sostenibilidad del sistema. Se determinó que la demanda de agua tiene una distribución bastante irregular, lo cual puede tener grandes repercusiones en cuanto al manejo. Se trató de establecer algunos indicadores para poder determinar la demanda de agua, se trabajó principalmente con la relación entre el número de personas por casa con el consumo de agua, pero no se logró determinar ninguna relación.

## I INTRODUCCION.

### 1.1 GENERALIDADES

Se entiende por sistemas de servicio de agua potable aquellos procesos en los cuales se capta agua bruta de una fuente, se somete a tratamientos adecuados para su potabilización y se distribuye. Además de lo anterior, estos mismos sistemas colectan las agua servidas, productos de los diferentes usos del agua, las tratan y finalmente las devuelven al medio ambiente en condiciones que no afecten la salud humana y al medio ambiente, además debe ser saludable y de buen sabor (OPS, 1990; Fair y Okun, 1994). Birgelechner et.al. (1994) dan como requisitos para el agua potable los siguientes:

Debe estar libre de agentes patógenos, no debe tener gérmenes, ni bacilos dañinos, debe ser incolora, transparente, sin olores ni sabores, contener poca cantidad de Fe y Mn disuelto, las cantidades de oxígeno y de ácido carbónico deben estar dentro de los límites (pH 6-8). Además el agua debe estar en suficiente cantidad y con la presión necesaria para satisfacer la demanda.

Existen muchas enfermedades que están relacionadas con la calidad del agua y las condiciones higiénicas que vive la población. Por ejemplo en Europa en el año 1400 se dio una de las peores pestes de la historia, conocida como "Muerte negra", en la cual murió el 25% de la población. Así mismo entre 1664 y 1665 se desató una epidemia en Londres que provocó la muerte de 70,000 personas (14% de la población). Todas estas enfermedades han sido causadas principalmente por las condiciones insalubres en que vivían los europeos en aquella época. Actualmente en los países desarrollados, las enfermedades causadas por la calidad del agua son raras o poco frecuentes, debido a que cuentan con buenos sistemas de tratamiento y abastecimiento (Tebbutt, 1991).

En contraste, en los países subdesarrollados, unas 30,000 personas mueren cada día por enfermedades relacionadas con la calidad del agua. Un 25% de estas muertes se da en niños menores de 5 años y están relacionadas con enfermedades transmitidas por el agua (500 millones de casos); y a nivel mundial por lo menos 1500 millones de personas que no tienen

acceso al agua potable. Por esto las Naciones Unidas declaró la década de 1981-90 como "El Decenio Internacional Del Abastecimiento de Agua Potable" y el día 7 de octubre como "El día Interamericano del Agua". (CIR, 1988; OMS, 1988; Tebbutt, 1991; OPS, 1995).

En Honduras, así como en otros países en desarrollo, la diarrea fue la principal causa de muerte hasta 1980. Otra enfermedad relacionada con el agua ha sido el cólera, del cual se han presentado 7 pandemias en Honduras. En la primera pandemia, en el departamento de Comayagua, causó la muerte a 24 personas en tan solo 35 días. En la última pandemia que duró de 1991 hasta 1995 se registraron 9800 casos, de los cuales 243 murieron. Los departamentos más afectados por esta pandemia fueron Choluteca, Cortés y Francisco Morazán con el 52% de los casos (SANAA, 1982; SANAA, 1989; MSP, 1993; Boardeth 1995). Esto ha hecho que el interés de los gobiernos para dotar de agua potable a la población se incremente. Sin embargo los esfuerzos para lograr este objetivo, hasta ahora, no han rendido los frutos deseados porque en muchos casos se ha olvidado o no se le ha dado la importancia necesaria a la participación comunitaria para lograr la sostenibilidad de los sistemas, entendiéndose como sostenibilidad el uso actual del recurso sin afectar su uso en el futuro.

La comunidad de La Lima, donde se realizó el estudio, cuenta con un sistema de agua potable construido en 1994, en cuyo mantenimiento y manejo no se consideró la participación comunitaria. La comunidad está ubicada en el municipio de Tatumbla, departamento de Francisco Morazán, y cuenta con una población de 307 habitantes, distribuida en un área de 9.15 km<sup>2</sup>. Está dividida en ocho sectores o barrios que son: La Lima, El Chiquero, Los Montes, La Montaña, Barrio el Fuego, la Peña, El Tule y Cerro Grande (Zelada, 1994; Ardón, 1995; Córdova, 1995).

Un aparente problema afrontado por los vecinos de esta comunidad es la problemática que se presenta en cuanto a la utilización competitiva de agua del sistema, con fines de riego y doméstico principalmente. Según el censo del IFPRI-Laderas hay 115 parcelas de cultivo de las cuales el 53.86% tiene algún tipo de riego. El tamaño promedio de las parcelas es de 1.225 ha, por lo que el área total de las parcelas es de 217 ha, siendo el área total bajo riego de alrededor de 116.87 ha.

Esto ha ocasionado irregularidades en el abastecimiento a las viviendas, principalmente en el verano (Bergeron et.al, 1995).

En el verano de 1995 los habitantes de la Lima afrontaron problemas de abastecimiento de agua potable, debido supuestamente, al uso competitivo que se hace de ella.

Debido a la anterior el presente estudio evaluó indicadores de sostenibilidad del uso del recurso, como es el abastecimiento y disponibilidad de agua a lo largo del tiempo. También se evaluarán indicadores de la participación de la comunidad en el mantenimiento del sistema de agua.

Para lograr la meta enunciada se propusieron los objetivos siguientes. Como objetivo principal el caracterizar el uso del agua en la comunidad de La Lima, Municipio de Tatumbla, F.M. y como objetivos específicos el realizar un diagnóstico del estado actual del sistema de agua potable, determinar la demanda actual de agua en la comunidad, determinar la disponibilidad de agua en la comunidad y determinar la capacidad máxima del proyecto de agua para abastecer a la comunidad.

## II REVISION DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES

El agua potable es uno de los principales elementos para poder lograr un adecuado desarrollo de nuestros pueblos, puesto que el contar con un abastecimiento optimo del mismo ayuda a mejorar la salud del pueblo. El poder mejorar las condiciones de salud, brinda la posibilidad de poder aumentar la productividad del país y con esto poder tener un mejor crecimiento, tanto económico como social. Es por esta razón que se han hecho esfuerzos para poder darle a la población un adecuado servicio de agua potable.

### 2.2 SITUACION ACTUAL DEL SECTOR AGUA EN HONDURAS

Para entender mejor la importancia del agua en la vida de una nación es importante conocer como se encuentra el sector agua en la misma.

En Honduras, el gobierno central y las municipalidades han trabajado, en la última década, para proveer de este servicio básico a la mayor parte de la población. Con esto se pretende disminuir la tasa de mortalidad infantil y en general las condiciones insalubres de la población.

Según el Plan Nacional de Desarrollo de 1979-83 la dotación de agua para las zonas rurales, con menos de 300 viviendas, es de 94.6 lt/día/persona y en las casas con conexión en el patio es, en promedio, 40 lt/hab/día, en esta cifra se está considerando el uso de agua con fines diferentes al doméstico e incluye el uso para el comercio. En la zona Centro-Sur (Tegucigalpa) el consumo de agua para uso doméstico era en promedio 142.4 m<sup>3</sup>/año para 1974, en 1983 esta cifra había aumentado a 168 m<sup>3</sup>/año. Esto representaba en 1983 el 40% del consumo total de agua, es decir de toda el agua que también consumían la industria, la agricultura y el uso pecuario (CONSUPLANE, 1979; Wehrle, 1985).

Los censos nacionales de 1974 y 1988 mostraron un incremento en la cobertura de abastecimiento de agua de 43% a 62% de la población, como parte de la expansión de los servicios en la "Década Internacional de Agua y Saneamiento". Con esto se

logró bajar la mortalidad infantil debida a infecciones intestinales de un 41% en 1974 a 36% en 1980 y a 28% en 1990, estableciendo una clara relación entre cobertura de agua, saneamiento y la salud de la población. Según una evaluación hecha por el Ministerio de Salud Pública de Honduras, en 1990 a nivel nacional, se contaba con un 64.33% de abastecimiento; 85.23% en la zona urbana y 48.44% en el área rural. Se estimó que en 1994 el servicio de agua cubría un 78% de la población. El 92% de los sistemas de agua utilizan agua que llega por gravedad y 8% utilizan bombeo para su distribución (MSP, 1993; Ordoñez, 1993; SECPLAN y UNICEF, 1995).

Como estos índices de cobertura presentados son globales, ocultan las diferencias entre las áreas rurales y urbanas y entre los departamentos. El problema de abastecimiento de agua es mayor en el área rural donde solamente el 67% de la población tenía acceso al agua potable en 1994, en contraste con el área urbana donde se tenía un acceso al agua de un 92% el mismo año. Dado que el 60% de la población hondureña vive en áreas rurales, en realidad esto indica que tres de cada diez personas no tenían acceso al agua en 1994 (SECPLAN y UNICEF, 1995; SANAA, sf).

Con el aumento de la cobertura del servicio, de 66% en 1990 a 78% en 1994, se incorporaron al servicio a más de un millón de personas (374 mil en el área urbana y 660 mil en el área rural). Este incremento significó un crecimiento de 4.8% anual en el periodo 1990-1994; debido, en gran parte, al esfuerzo que realizó el gobierno en los años 1993/94, a través del Ministerio de Salud Pública y el SANAA con el apoyo de USAID, BID, CARE, UNICEF y los gobiernos de Alemania y Japón (SECPLAN y UNICEF, 1995).

La incorporación de 660 mil personas en el área rural significó un crecimiento de 11% anual en la prestación del servicio. De continuar este ritmo, se estima alcanzar un 75% de cobertura, lo cual sobrepasa la meta del Plan de Acción Nacional para el Desarrollo Humano, Infancia y Juventud (PAN), que es alcanzar un 70% de cobertura para el año 1995. No obstante, a partir de 1996 se estima mantener una tasa de crecimiento del 6% anual. Dado el menor crecimiento poblacional en las áreas rurales, se estima que para el año 2000 se tendrá un 95% de cobertura. La plena cobertura se alcanzará en el año 2002 (SECPLAN y UNICEF, 1995).

Según el proyecto "Dotación de agua segura para el consumo humano"<sup>1</sup> esta meta se logrará mediante el mejoramiento de la infraestructura, educación, vigilancia y control (MSP, 1993). Según Ordoñez (1993) existe un 53% de los sistemas funcionando, 35% están en construcción, 2% están siendo reconstruidos y 1% están siendo ampliados.

En el Cuadro 1 se muestra la cobertura actual y las metas para el año 2000 según el PAN.

Cuadro 1 Indicadores de la cobertura de agua en Honduras al año 2000

Indicador	Alcance		Meta	
	1990	1994	1995	2000
% Cobertura de agua	66	78	84	100
Urbana	88	92	94	100
Rural	49	67	70	100

Fuente: SECPLAN y UNICEF 1995.

De acuerdo con los datos, se nota una desproporción en la cobertura de agua entre el área rural y urbana del país. A nivel de departamentos, también existe una diferencia bien marcada, por ejemplo, Cortés es el departamento que cuenta con una mejor cobertura del servicio de agua potable con un 88.4% de la población. Esto se puede explicar por el auge urbanístico que ha sufrido este departamento. Por otro lado, Francisco Morazán cuenta con un 69.7% de cobertura la población. Sin embargo, en la ciudad capital, el servicio abastece únicamente al 46% de la red, debido a la escasez de este vital líquido (SECPLAN y UNICEF, 1995).

Un factor importante a considerar es la sostenibilidad de los sistemas de agua potable. De nada sirve construir sistemas de agua potable si no se les da el adecuado mantenimiento.

<sup>1</sup> Proyecto enmarcado dentro del PAN.

### 2.2.1 Sostenibilidad de los sistemas de agua potable.

En el Sector Agua, en los últimos años, los objetivos han sido la construcción de nuevos sistemas de agua potable pero se ha desarrollado muy poco la parte de mantenimiento, operación y administración eficiente de los sistemas. Se han diseñado sistemas ineficientes que reflejan elevadas pérdidas de agua, y distorsionan las tasas reales de consumo per cápita por encima de los países industrializados (SANAA, s.f).

A nivel mundial el 25% de los sistemas de agua potable están en mal estado y los sistemas que funcionan sufren averías frecuentes y administran agua de calidad dudosa (Wehrle, 1985). Los sistemas que están operando mal, por lo general no se consideran al momento de dar los datos de cobertura, o sea que estos datos también incluyen los sistemas que están operando mal o que no operan. Al incluir estos sistemas dentro de estas cifras se está sobrestimando la cobertura de agua en el país.

Al diseñar un sistema de agua se debe asegurar que exista un excedente de agua a manera de mantener el abastecimiento en el futuro, dentro del cual se debe considerar el crecimiento poblacional (Wehrle, 1985).

Para lograr la sostenibilidad de los sistemas de agua potable se debe involucrar a la comunidad en el manejo y operación de estos. Es por esta razón que el manejo de los sistemas de agua se está pasando a las comunidades locales. Según Ordoñez (1993) el 58% de los sistemas están siendo manejados por las municipalidades, el 20% por las comunidades, el 14% por el SANAA y un 8% nadie los maneja.

### 2.2.2. Participación comunitaria.

La operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, para que cumplan su función durante el período estimado de vida útil, es muy compleja, depende del grado de participación de las comunidades y de las metodologías aplicadas para involucrarlas, es decir la población debe ir asumiendo responsablemente el control de los proyectos de agua, y esto solo se logrará por medio de la participación de las comunidades.

Según el Ministerio de Salud Pública (1993) los principales problemas que se plantean para la sostenibilidad de los sistemas son la falta de normas internas para la ejecución de proyectos de abastecimiento, falta de conocimientos de la calidad de agua y falta de educación en salud e higiene de las personas beneficiadas.

Las nuevas políticas buscan involucrar a las comunidades en el manejo de los sistemas, una forma para lograr la participación de las mismas en el mantenimiento de los sistemas de agua ha sido la creación de las Juntas de Administración de Agua. Para la capacitación de dichas juntas, se creó la División de Saneamiento Ambiental del ministerio de Salud Pública, con vistas a promover la autosostenibilidad de los sistemas (SECPLAN y UNICEF, 1995).

Para lograr una participación efectiva de las comunidades se considera que se debe trabajar principalmente con las mujeres, ya que son ellas las responsables de resolver los problemas de agua del grupo familiar, casi todas sus tareas involucran el uso del agua y por último el agua implica un gran costo para ella, pues en muchos casos implica un gran esfuerzo físico al tener que acarrearla. Además la mujer es el eje central de la familia, por lo que, su salud y la educación de los hijos depende en gran medida de ellas. Al participar las mujeres en las Juntas de Agua se esfuerzan más por resolver los problemas que se crean en el manejo del sistema, además de que participan más activamente al momento de realizar los cobros por el pago del servicio. Este es un trabajo que se debe hacer desde el momento que comienza el proyecto (Wehrle, 1985; GTZ, 1989c; Whitaker, 1993).

2.2.2.1 Problemas con la participación de las comunidades: La participación de las comunidades en el manejo y operación de los sistemas no siempre ha sido efectiva cuando el manejo del sistema requiere de inversión de dinero. Esto ha provocado que se genere un gran número de averías y que la vida útil de los sistemas se reduzca y ha demostrado además que la operación y mantenimiento son las áreas más defectuosas (Wehrle, 1985).

Un gran problema que se presenta para lograr la sostenibilidad de los sistemas de agua, es la poca conciencia que existe en las comunidades sobre la responsabilidad de cada uno de los usuarios de mantener los sistemas y de hacer un uso correcto del agua. Se ha creado en la mente del usuario la idea de que la conexión domiciliar es un cheque en blanco que le permite utilizar y abusar de la cantidad de agua que se le entrega aunque en la mayoría de los casos la cuota que se paga por el

servicio no es suficiente para cubrir los costos de mantenimiento de los sistemas (OPS, 1990).

2.2.2.2 Cómo lograr una participación efectiva de la comunidad: Para lograr la participación efectiva de la comunidad, se debe comenzar el proceso de educación y concientización desde el inicio del proyecto. La comunidad debe participar en todos los pasos del proyecto. Sin embargo siempre es más difícil lograr la cooperación durante las etapas de operación y mantenimiento (CIR, 1983).

Las personas deben involucrarse en forma voluntaria y no en forma rotativa u obligatoria. En el caso de ser voluntarias, los turnos deben ser cortos para no desanimar a los participantes puesto que los turnos largos hacen que solo queden 1 ó 2 participando (CIR, 1983).

Si se utiliza personas no voluntarias (guardianes) se les debe pagar por el trabajo realizado. Esta puede ser una persona de la misma comunidad o no, el pago se debe establecer dentro de la comunidad (CIR, 1983).

La GTZ (1989b) presenta una serie de consideraciones a tomar en cuenta para que exista una participación efectiva de una comunidad en el mantenimiento de los sistemas de agua. Se deben de considerar los siguientes puntos para lograr una participación comunitaria efectiva.

- La iniciativa debe nacer de las comunidades, y la repuesta de la organización que trabaja con ellos debe ser rápida.
- La comunidad debe conocer los costos y los beneficios económicos del proyecto, así como los beneficios del agua potable.
- La comunidad debe ser homogénea, o sea que sus miembros deben ser capaces y estar dispuesto a aceptar cualquier cargo dentro de los trabajos en el sistema, y valorar las labores colectivas.
- Si existen antecedentes de una participación exitosa de la comunidad en cualquier otro tipo de proyecto, esto facilita el trabajo con ellos, así como también la existencia de un comite de agua.

- Hacer una capacitación a algunos miembros de la comunidad en cuanto al mantenimiento y operación del sistema.
- La fijación de las tarifas por el pago del servicio lo debe realizar la comunidad. La tarifa debe cubrir los costos de mantenimiento y operación del sistema, debe promover el consumo económico de agua y debe facilitar a los grupos de bajos recursos la satisfacción de sus necesidades de la misma (Söckelmann y Freiburg, 1993).
- La participación de la comunidad no se debe limitar al aporte de trabajo físico y al pago de la tarifa, sino también a la implementación, operación y mantenimiento del mismo.
- Se deben armonizar los trabajos en el proyecto con el calendario agrícola de la comunidad.
- Involucrar y capacitar a la mujer en las actividades de todo el proyecto.
- Tener en cuenta los deseos de la comunidad.

Para poder saber si se ha estado trabajando en forma efectiva con la comunidad se deben hacer evaluaciones periódicas del trabajo.

2.2.2.3 Indicadores de éxito en la participación comunitaria y la dotación de agua: Para poder evaluar la participación comunitaria se deben establecer algunos indicadores para medirla. La GTZ (1989a) ha establecido algunos indicadores para medir la participación comunitaria. Estos indicadores son:

1. Para las organizaciones:
  - a) Cuentan con el apoyo de toda la comunidad.
  - b) Representan los intereses de todos.
2. Se han establecido responsabilidades de la organización.
3. Se siguen reuniendo, toman decisiones, resuelven problemas del sistema, cobran el servicio, le dan mantenimiento al sistema, mantienen el contacto con los usuarios, dan cuenta de la administración y gestión financiera.

Sobre el incremento sostenido de la cantidad de agua:

1. El agua:
  - a) Alcanza para las necesidades de los pobladores.
  - b) Se ajusta a las exigencias de los usuarios, con relación al pago.
2. No existen riesgos de contaminación.
3. Porcentaje de averías reportadas, frecuencia y duración de las mismas.
4. Los usuarios
  - a) Pagan la contribución.
  - b) El mantenimiento se autofinancia.

Con estos indicadores se puede evaluar la participación de las comunidades, pero en un sistema de agua potable no solo se debe evaluar la participación comunitaria, sino también debe ser posible determinar la demanda de agua que existe en la comunidad para poder determinar la capacidad de abastecimiento de la fuente.

### 2.2.3 Metodologías para estimar la demanda de agua.

Existen diferentes metodologías para determinar la demanda de agua en una comunidad. La precisión, rapidez y confiabilidad de la medición dependerá del tipo de metodología utilizada. En la determinación de la demanda de agua en una comunidad, se puede utilizar el estudio de caso en el cual se pasa por lo menos un día en una casa de la comunidad y se identifican y cuantifican todos los usos que hacen del agua para poder determinar el volumen empleado. También es posible hacer uso de encuestas en donde se busca cuantificar el uso de agua en la comunidad. El uso de medidores es una metodología factible, pero esto solo se puede realizar cuando el sistema de agua cuenta con ellos<sup>2</sup>. Sin embargo otra forma de hacer evaluaciones de los sistemas es el establecimiento de distritos pitométricos (Hueb, 1985; MSP, 1993).

2.2.3.1 La encuesta en la estimación de la demanda: Para realizar evaluaciones de los sistemas de agua potable es necesario hacer un estudio de la demanda de agua, en estos casos el uso de encuesta es de gran ayuda.

---

<sup>2</sup> LEE, M.D. 1995. Metodologías para estimar demanda de agua. EAP, Zamorano, Honduras.

Existen dos tipos principales de datos: los cualitativos y los cuantitativos. Los datos de tipo cualitativo busca generar información no numérica. Estos buscan describir una situación. Los datos de tipo cuantitativo busca generar información que se puede presentar con números (Casley y Kumar, 1990).

Las encuestas sanitarias son encuestas de inspección y evaluación directa y deben ser elaboradas por personal capacitado en situaciones, dispositivos y prácticas del sistema de abastecimiento que constituyen o podrían constituir un peligro para la salud y el bienestar del consumidor (SANAA, 1982).

Para poder estimar la demanda de agua por medio de una encuesta se debe hacer cuantitativa, con la que se busca estimar el consumo de agua. Es necesario establecer que tipo de datos se necesitan para los cálculos, para de esta forma poder estructurar la encuesta. Otra característica de las encuestas cuantificables es que están orientadas a encontrar deficiencias en el sistema (SANAA, 1982; MSP, 1995).

En todos los sistemas se deberían realizar encuestas en forma periódica, de forma de identificar riesgos potenciales sobre la fuente, las instalaciones o la distribución. La confiabilidad de los datos depende de la persona encargada de pasar la encuesta. Esta persona debe tener conocimientos y experiencia con los sistemas de abastecimiento, principalmente sobre su funcionamiento y administración. Este tipo de programas se puede confiar a personas que tengan aprobado la educación secundaria aunque siempre deberían recibir el entrenamiento técnico apropiado que podría tomar de 1-2 años (SANAA, 1982; MSP, 1995).

### 2.3 FUENTES DE AGUA PARA EL ABASTECIMIENTO.

Para poder dotar de agua potable a la comunidad existen varias alternativas que se emplean como fuentes. Las principales fuentes de agua son: el agua superficial, ésta es el agua que corre por los ríos, quebradas, mares y lagos. Otro tipo de fuente es el agua subterránea, que es el agua que se encuentra en el subsuelo<sup>3</sup>. En las comunidades rurales ésta es la fuente más empleada ya que tiene ventajas sobre el agua superficial, principalmente en lo referente a la calidad.

---

<sup>3</sup> LEE, M.D. 1995. Fuentes de abastecimiento de agua potable. Zamorano, Honduras. (Comunicación personal).

### 2.3.1 Aguas subterráneas.

Una de las alternativas para proporcionar a la población un abastecimiento de agua es el uso de aguas subterráneas como fuentes de abastecimiento seguro, en cuanto a calidad y cantidad. Por ejemplo en España las fuentes de agua subterránea forman el 20% de las aguas totales. En Alemania, del agua total, el 63% es agua subterránea natural, 7% son manantiales, y 30% es agua de filtrados de ribera, agua de recarga artificial, ríos, lagos y embalses. Se ha calculado que la cantidad de agua acumulada en los depósitos de agua subterránea es 30 veces mayor a la contenida en lagos y embalses y 3000 veces más que la de cauces y canales superficiales. Las principales forma de utilización de las aguas subterráneas son los manantiales, pozos y galerías filtrantes (Harshbarger, 1971; Margat, 1971; FAO, 1972; Birglehner et.al, 1994; Fair y Okun, 1994).

Al utilizar agua de fuente subterránea o cualquier otra fuente de agua, se debe garantizar la utilización óptima del recurso, lo cual implica el menor costo para la comunidad, recursos limitados y la menor variabilidad del recurso a través del tiempo y el espacio. Las fuentes de agua subterránea almacenan, regularizan y transportan el agua. Por sus características de yacimientos son conductores y depósitos de agua, lo cual es la principal diferencia con las fuentes de agua superficial (Margat, 1971; FAO, 1972).

El agua subterránea es un recurso renovable, aunque esta condición puede verse limitada a través del tiempo y el espacio. La sostenibilidad de este recurso depende de la cantidad de agua que se mueva del área de recarga a los depósitos. El volumen de agua utilizado debe ser reemplazado por un volumen similar para poder garantizar la sostenibilidad. Si la transmisividad es baja, el nivel de la fuente descenderá con el tiempo (Harshbarger, 1971).

Los depósitos de agua subterránea para ser utilizados deben reunir algunas características, las cuales son principalmente determinadas por la demanda que se tenga. En este sentido dos son las características más importantes que se mencionan. La primera es que el depósito debe tener una dimensión mínima, transmisividad y almacenamiento suficiente para cubrir la demanda. En otras palabras el caudal debe ser lo suficientemente grande para cubrir la demanda y la segunda característica es que deben de existir una o varias capas productivas para poder reponer el agua utilizada (Margat, 1971).

2.3.1.1 Calidad del agua en los depósitos subterráneos: La mayoría de las fuentes de agua subterránea cuentan con una calidad de agua que permite que puedan ser aprovechadas sin realizar ningún o un mínimo tratamiento ya que la calidad se mantiene más constante. Si se tiene cuidado con la selección y manejo de las fuentes el contenido microbiano es despreciable, pero un mal manejo de estas fuentes hace que se acumulen una mayor cantidad de sales, principalmente sales carbonatadas. Esto se debe en gran parte a la mineralización de la materia orgánica (Hem, 1961; Bentall, 1968; Houston, 1971; OMS, 1972; SANAA, 1982; Fair y Okun, 1994).

Por la general la aguas subterráneas presentan buena calidad biológica, pero la calidad química no siempre es adecuada. En zonas agrícolas las aguas subterráneas tienden a acumular nitrógeno, fósforo y potasio, esto se debe principalmente a las fuertes aplicaciones que se hacen de estos elementos. Por eso es de suma importancia que en estas zonas se maneje un programa adecuado de fertilización. Con un buen programa de fertilización se puede reducir la cantidad aplicada de estos elementos y con esto mejorar y conservar la calidad de las aguas subterráneas (FAO, 1981; SANAA, 1982).

El aprovechamiento de las aguas subterráneas se puede hacer por medio de la construcción de pozos o el aprovechamiento del agua de los manantiales.

### 2.3.2 Manantiales

Un manantial es una salida natural del agua subterránea. Estos se originan al interceptar una capa acuífera o un conducto acuífero la superficie del terreno. Esta intersección se produce por lo general en la ladera de los valles o barrancos. Este fenómeno puede explicar el hecho de encontrar pocos manantiales en las vertientes, ya que el agua que corre por rocas sanas antes de llegar a la ladera, encuentra la roca fracturada por este fenómeno y por esto sigue verticalmente el camino subterráneo que las grietas producidas le permiten recorrer (Darder y Darder, 1961).

El caudal de agua que sale de los manantiales puede ser usado para suplir de agua a comunidades pequeñas. Los manantiales detríticos (Permeable por porosidad) filtran el agua y por consiguiente retienen las bacterias, y el agua después de haber atravesado cierto espesor resulta pura (Darder y Darder, 1961; Vega, 1977).

El caudal de los manantiales puede ser constante, variable, muy variable y efímero. Los efímeros son aquellos que con las lluvias producen grandes cantidades de agua pero que en la estación seca dejan de producir. El caudal y la existencia de manantiales depende de varios factores entre los que tenemos: la extensión de la cuenca de infiltración, porcentaje de infiltración del agua llovida según la naturaleza de la roca, cantidad de agua lluvia, disposición de los estratos permeables e impermeables, disposición topográfica del relieve y existencia o no de niveles de base (Darder y Darder, 1961).

Para el aprovechamiento de los manantiales se deben construir cajas para la captación del agua. Se debe evitar la entrada de material orgánico y cualquier otro tipo de material al interior de la caja para no contaminar el agua que proviene del manantial. La caja debe tener un tubo de ventilación, el cual permite la entrada y salida de gases; un área de grava, este sirve como un filtro evitando la entrada de sustancias extrañas al interior; un tubo de salida de agua para el vaciado de la caja y un tubo que conduzca el agua para abastecimiento. En la Figura 1 se muestra un esquema de una caja de captación de agua.

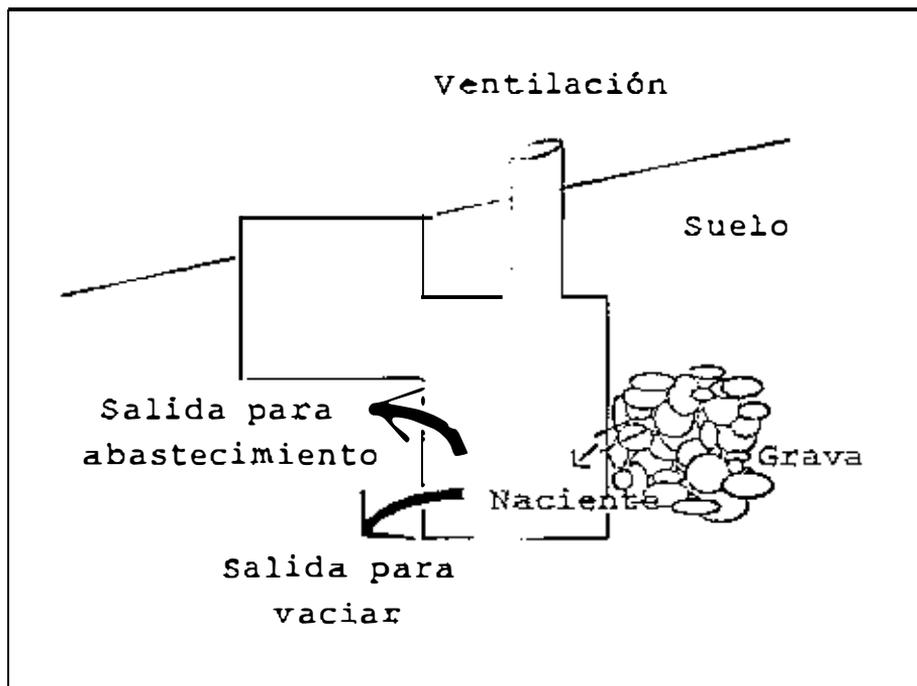


Figura 1. Esquema de una caja de captación de agua de un manantial. (Tomado de Birlechner y Hofeler, 1994).

## II MATERIALES Y METODOS.

### 3.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, la Lima se clasifica como un Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MBS); cuya precipitación promedio anual oscila entre los 1100 a 1200 mm. La zona presenta un micro clima muy particular debido a su ubicación geográfica, lo que permite que las lluvias estén bien distribuidas a lo largo del año. Los meses de marzo y abril que son los más secos de la región. El verano en esta zona comienza a finales de diciembre y finaliza a mediados de mayo (Ardón, 1995).

Existen varias quebradas, con cursos de agua permanente a lo largo del año, lo cual asegura a los habitantes de suficiente agua para sus necesidades. Por la comunidad atraviesa una quebrada pequeña conocida como "La Quebrada Grande", que corre desde la Peña (zona alta), hasta La Playa (zona baja) y desemboca en el valle del Zamorano.

### 3.2 DETERMINACION DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA.

Para determinar la disponibilidad de agua se hicieron mediciones del caudal en las pilas de captación. Estas mediciones se realizaron en los meses de diciembre y marzo. En el mes de diciembre se midió el caudal máximo con que cuenta el sistema. Esto se realizó en este mes por considerar que la época de lluvias ya había llegado a su fin, y el agua acumulada durante este período ya no cambiaría más.

En el mes de marzo se hicieron las mediciones correspondientes al menor caudal del sistema. La medición de caudales en este mes se realizó porque se consideró que la cuenca ya había drenado la mayor cantidad de agua, y el nivel ya no variaría mucho.

### 3.2.1 Medición de caudales.

La medición de caudales se realizó en la pila de captación, ubicado en el terreno de doña Tomasa Matamoros. El objetivo de esta medición fue calcular la disponibilidad de agua máxima y mínima en el sistema es decir la oferta de agua.

Para poder hacer estas mediciones existen cuatro métodos, los cuales se enuncian a continuación.

**3.2.1.1 Medición por cambio en almacenamiento:** Con este método lo primero es medir las dimensiones internas, en unidades de metro, del tanque, esto se hace utilizando una cinta métrica. Se midió el largo, ancho y alto del tanque, como se muestra en la Figura 2. Luego se calculó el volumen del tanque con la Formula 1.

<p>Fórmula 1</p> $V = L \times A \times P$
--

Donde:      V=Volumen (m<sup>3</sup>)  
                  L=Largo (m)  
                  A=Alto (m)  
                  P=Ancho (m)

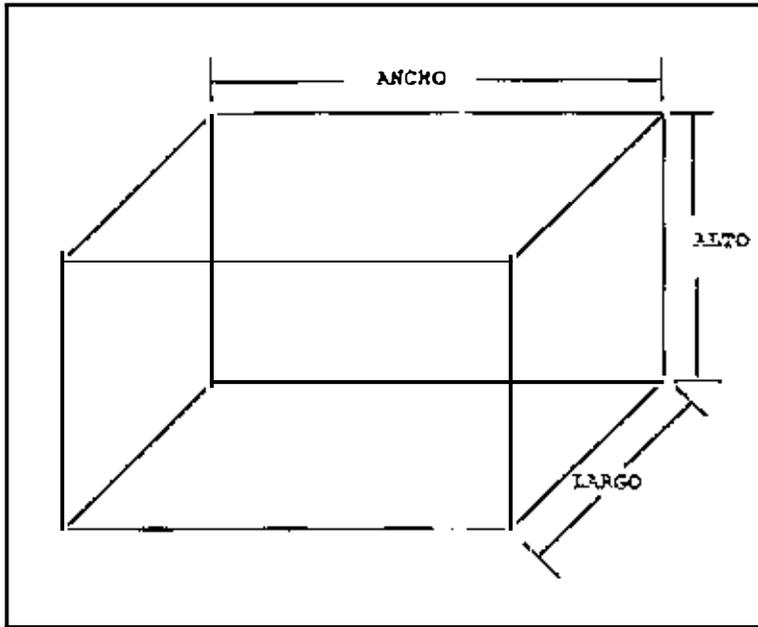


Figura 2. Medición de las dimensiones de la pila para calcular el caudal de agua según el método de medición por cambio en almacenamiento.

Conociendo las dimensiones de la pila, se procedió al segundo paso que es determinar el cambio en volumen almacenado a medir. Esto se hizo escogiendo una altura determinada y marcándola en el interior del tanque (Figura 3). Una vez establecida esta altura, se cerró la salida del agua y se midió el tiempo en que tarda el agua al llegar a la altura marcada en el tanque. Esto se hizo utilizando un cronómetro o un reloj con cronómetro.

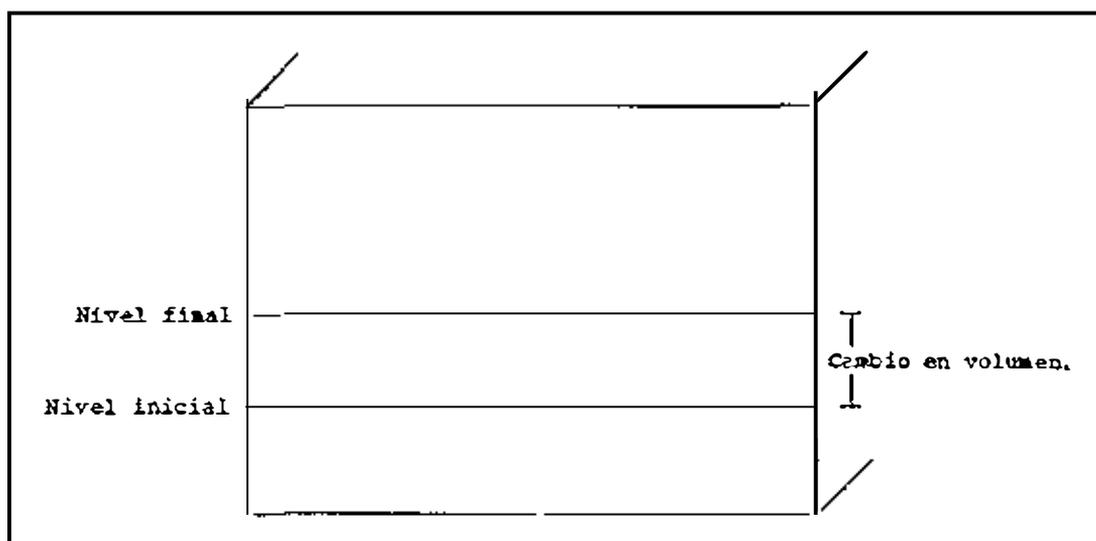


Figura 3. Determinación del cambio en volumen almacenado.

Conociendo el volumen y el tiempo que tardó el agua en llenar ese volumen, se calculó el caudal. Este cálculo se realiza con la Fórmula 2.

**Fórmula 2**

$$C = \frac{V}{T}$$

Donde: C=Caudal (lt/seg)  
V=Volumen (lt)  
T=Tiempo (seg)

3.2.1.2 Medición utilizando el tubo de rebalse del tanque: La mayoría de las pilas de captación tienen una tubería que permite sacar el agua en exceso que entra al sistema. Esta salida se puede emplear para determinar el caudal de la fuente (Figura 4).

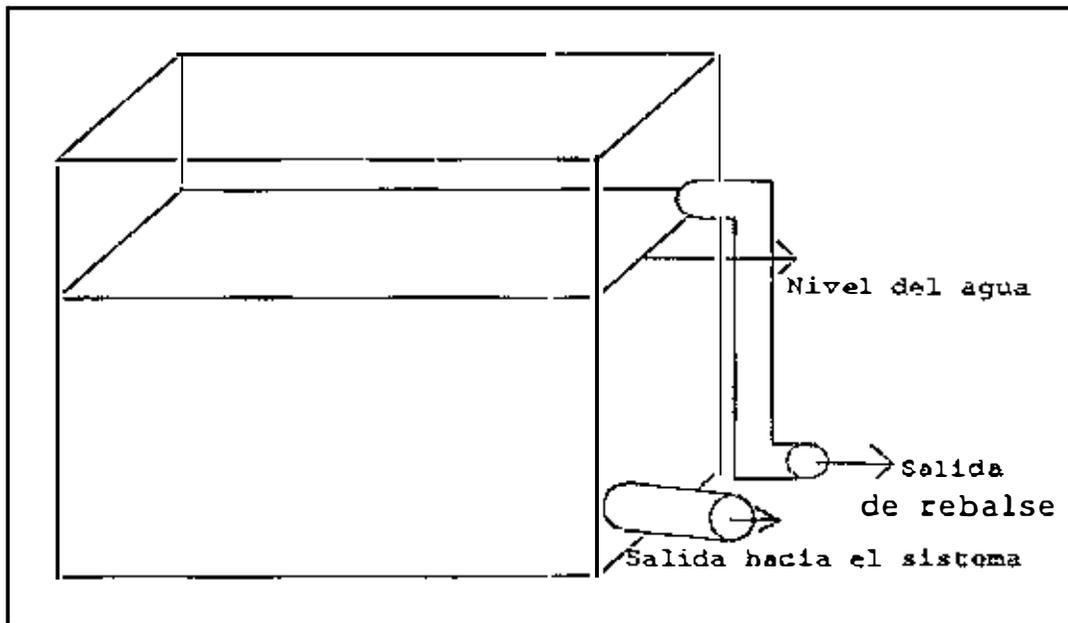


Figura 4. Medición utilizando la tubería de rebalse.

Para determinar el caudal con este método es necesario contar con los siguientes materiales

- Recipiente para medir volúmenes.
- Recipiente para tomar el agua de la tubería de salida (Bolsas plásticas, baldes)
- Cronómetro.
- Libreta.
- Lápices.

Para comenzar la medición se cerró la salida de agua al sistema. Luego se esperó a que el agua llegue al nivel de rebalse. Cuando el agua alcanzado este nivel se debe esperar de 5 a 10 minutos para que el caudal de agua se estabilice. Una vez estabilizado este caudal se procedió a la medición, para esto se recogió el agua utilizando un recipiente adecuado y con un cronómetro se midió el tiempo que toma el recipiente en llenarse. Una vez lleno se midió el volumen de agua contenido en el recipiente. Esta medición se hace con un recipiente previamente graduado. Conociendo el volumen y el tiempo requerido para recoger dicho volumen, se procedió a determinar el caudal utilizando la Fórmula 2.

Se deben hacer un mínimo de 10 lecturas del caudal, esto se hace para poder tener más seguridad de la medición. Al tener todas las repeticiones, se sacó un promedio de éstas utilizando la Fórmula 3.

Fórmula 3

$$C_p = \frac{\sum C}{N_c}$$

Donde:  $C_p$ =Caudal promedio  
 $\sum C$ =Sumatoria de caudales  
 $N_c$ =Numero de lecturas

3.2.1.3 Medición dentro de la pila: Este método se puede emplear cuando el nivel de agua en la pila esta por debajo de la tubería de entrada de agua. Entonces se puede utilizar esta tubería para hacer la medición, los cuales se realizarón igual que en el metodo anterior, solo que en el interior de la pila. Este fue el método que se empleó al realizar la primera medición de caudales (Figura 5).

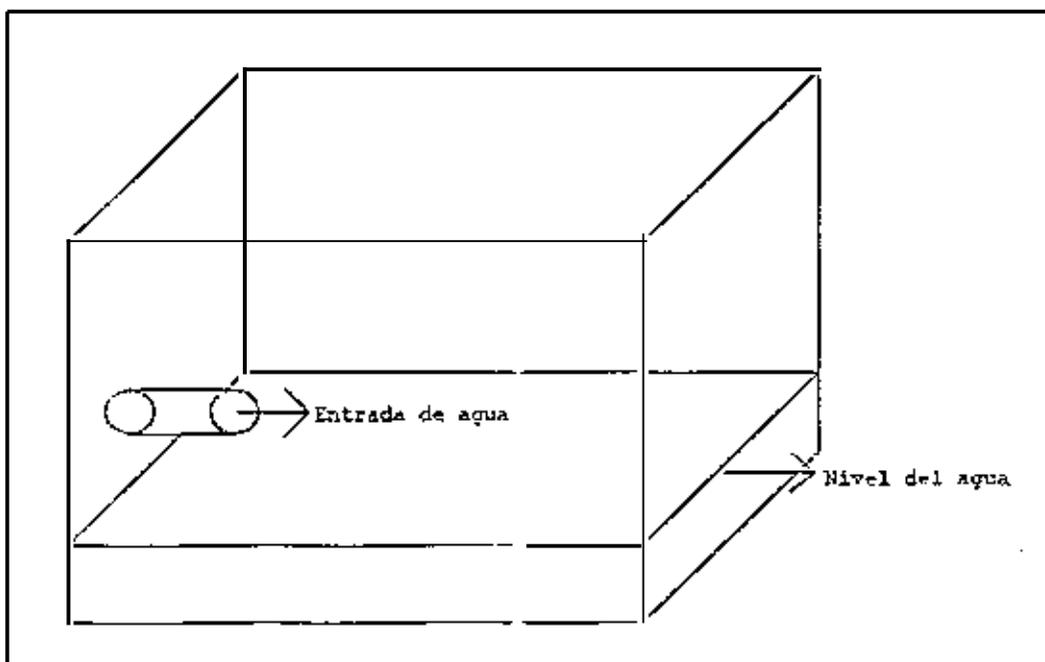


Figura 5. Medición del caudal dentro de la pila

Se deben hacer varias mediciones para poder tener más confiabilidad de los datos.

### 3.3 DETERMINACION DEL NUMERO DE CASAS CONECTADAS AL SISTEMA.

El estudio se basó en la utilización de una encuesta (Anexo 1) la cual tenía como propósito, determinar la demanda de agua en la comunidad, se buscó realizar un censo en la comunidad, al tener como marco muestral las 51 viviendas de la comunidad.

Este se determinó con preguntas directas en la encuesta. Se preguntaba al llegar a cada casa si estaban o no conectados al sistema de agua. Luego al analizar los datos se hizo una distribución de frecuencias, para conocer el porcentaje de viviendas con servicio de agua del sistema.

Con las casas conectadas al sistema se buscó conocer cuanto es el uso de agua.

### 3.4 DETERMINACION DE LA DEMANDA.

La estimación de la demanda se realizó por medio de una encuesta, la cual se presenta en el Anexo 1. El levantamiento de la misma se realizó el día 21 de noviembre. La demanda se dividió en demanda para uso doméstico y demanda para uso agrícola. Esta división se hizo por el uso competitivo del agua que tienen estas dos actividades.

Al tabular la información se obtuvo la demanda de agua en litros/día, y para poder comparar ésta con la de la fuente fue necesario pasarla a lt/min, que fue la unidad en la cual se determinó el caudal de la fuente.

#### 3.4.1 Demanda para uso doméstico.

Para poder determinar la demanda de agua para uso doméstico en la comunidad fue necesario conocer el volumen de agua almacenado, el tiempo de uso directo del agua y el caudal de las llaves en las casas. La encuesta buscaba conocer estos aspectos.

Una vez determinada la demanda de agua para uso doméstico y la demanda promedio por persona, se compararon contra la disponibilidad de agua de la fuente. Para poder hacer esta comparación fue necesario poner en iguales unidades ambos datos, por lo cual se llevó el número obtenido para la demanda de agua a las mismas unidades del caudal de la fuente, las unidades utilizadas fueron lt/min.

3.4.1.1 Determinación del volumen recolectado: La capacidad de recolección se refiere al agua que las personas almacenan temporalmente en algún recipiente, durante un tiempo de almacenamiento menor a un día.

En esta parte las preguntas estuvieron orientadas a conocer la capacidad de recolección de agua de los habitantes de La Lima, para esto se hicieron mediciones de los recipientes.

Para poder determinar el volumen de los recipientes se emplearon las siguientes Formulas.

3.4.1.1.1 Volumen de un recipiente esférico: Para la determinación del volumen de un recipiente esférico es necesario conocer el radio de éste. Para conocer el radio se debe conocer primero el diámetro interno del recipiente, este lo podemos obtener mediante la lectura directa de una cinta diamétrica que se coloca alrededor del recipiente. Estas lecturas se realizaron en la parte interna de los recipientes (Figura 6).

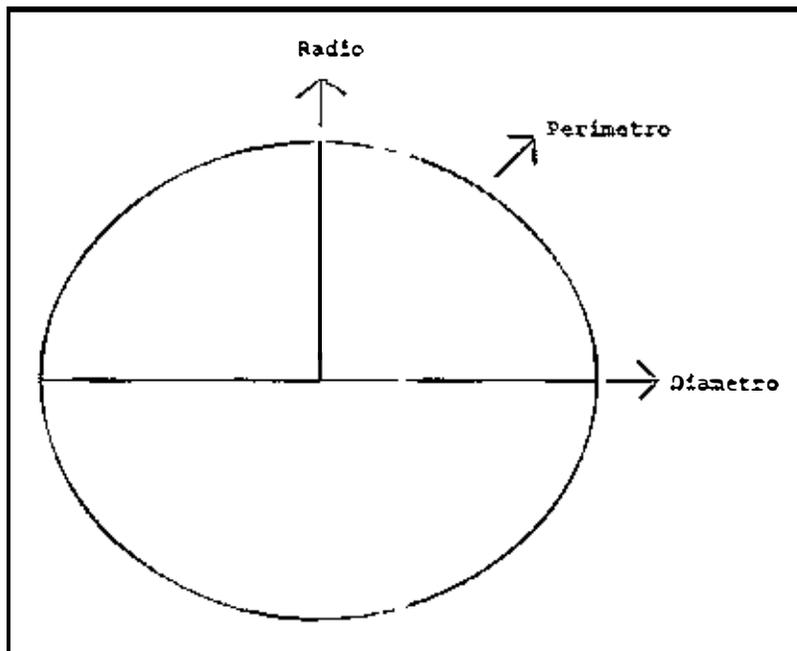


Figura 6. Dimensiones de una esfera.

Si no se cuenta con una cinta diámetrica la medición se puede hacer con cinta métrica, en este caso lo que se obtiene es el perímetro de la esfera y para calcular el diámetro, el radio y el volumen se utilizan las siguientes Fórmulas:

Fórmula 4

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

Donde: D=Diámetro (cm)  
P=Perímetro (cm)  
 $\pi=3.1415$

Fórmula 5

$$R = \frac{D}{2}$$

Donde: R=Radio (cm)  
D=Diámetro (cm)

Fórmula 6

$$V = \frac{4}{3} R^3$$

Donde: V=Volumen (cm<sup>3</sup>)  
R=Radio (cm)

3.4.1.1.2 Volumen de un recipiente cilíndrico: Para determinar el volumen de un recipiente cilíndrico, se necesita conocer el radio y la altura del cilindro (Figura 7). Para hacer la medición de estas dimensiones se emplea también una cinta métrica igual que en el caso anterior.

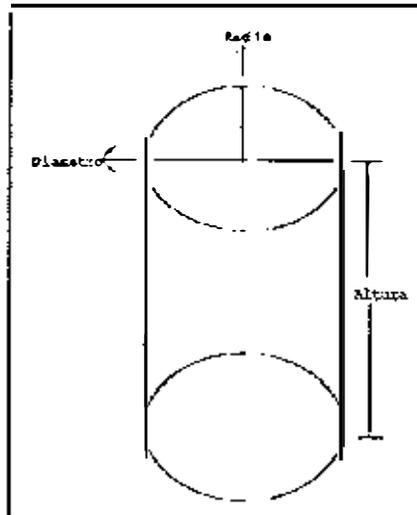


Figura 7. Dimensiones de un recipiente cilíndrico

La Fórmula para el calculo del volumen es la siguiente:

<p>Fórmula 7  <math>V = \pi R^2 \times A</math></p>
---

Donde: V=Volumen (cm<sup>3</sup>)  
 $\pi=3.1415$   
 R=Radio (cm)  
 A=Altura (cm)

3.4.1.2 Determinación del caudal promedio de las llaves: Para determinar el caudal de las conexiones domiciliarias, se realizaron varias mediciones del caudal. En las llaves estas mediciones se realizaron utilizando un recipiente graduado y un reloj o cronómetro con el cual se midió el tiempo de llenado del recipiente.

Para conocer el caudal se utilizó la Fórmula 2.

Esta medición se repitió en 9 casas, seleccionadas al azar, para tener un promedio mas representativo. En cada casa se sacaron 10 lecturas.

3.3.1.3 Determinación del tiempo de uso del agua: Esto se determinó mediante preguntas directas a las personas. El tipo de preguntas que se empleo se detallan en el Anexo 1.

3.4.2 Determinación de la demanda de agua para uso agrícola

La demanda de agua para uso agrícola se determinó con la misma encuesta. En este caso las preguntas estaban orientadas a conocer el tiempo de riego, la forma de riego, el caudal utilizado para el riego y el tipo de cultivo regado. El cálculo de los volúmenes y caudales se hicieron utilizando la misma metodología para el cálculo de la demanda de agua para uso doméstico.

### 3.5 DETERMINACION DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DEL DESABASTECIMIENTO DE AGUA.

De igual manera las causas de desabastecimiento de agua se determinaron mediante la encuesta. En la encuesta se hicieron preguntas orientadas a conocer los principales problemas y sus causas. Se preguntaba a los miembros de la comunidad cuales han sido los problemas más comunes del sistema de agua, así como cuánto duró este problema y con que frecuencia se presentan problemas en el sistema (Anexo1).

otra forma que se utilizó para determinar estos problemas fueron las observaciones de campo realizadas durante los viajes a la zona.

### 3.6 ANALISIS DE LOS DATOS.

Para la tabulación de los datos se utilizó el programa QUATRO.PRO en el cual se hizo una hoja de cálculos. Con los datos se realizó un análisis estadístico descriptivo, buscando las medias poblacionales, intervalos de confianza, desviaciones, valores máximos y mínimos. Este cálculo se realizó principalmente con los componentes de la demanda de agua. Por medio del uso de las tablas de distribución normal se ajustaron los valores para poder tener los valores esperados en una distribución normal de frecuencias. Esto se hizo para conocer la normalidad o no de la demanda de agua en la comunidad.

Se trató de establecer algunas relaciones, principalmente entre el número de personas por casa con los diferentes componentes de la demanda. La relación que se buscó, era una relación de tipo lineal. Estas relaciones se trataron de establecer para poder hacer algunos indicadores para el cálculo de la demanda por casa.

Al final se hizo una proyección de la demanda de agua. Esta se hizo utilizando la curva de crecimiento poblacional que es la siguiente.

$$P_f = P_i (e^{tc})$$

Donde:  $P_f$ =Población final  
 $P_i$ =Población inicial  
 $e=2.78$   
 $t$ =Tiempo (años)  
 $c$ =Coeficiente de crecimiento poblacional por año

Para el cálculo de la cantidad de agua demandada en el futuro se partió del crecimiento poblacional proyectado, luego se estimó la demanda de agua por persona y esta se multiplicó por el número proyectado de personas por año. Esta demanda se comparó con la disponibilidad de agua.

La disponibilidad de agua se consideró como fija, puesto que el tiempo de estudio no permitió tener mas lectura que la de un solo año. Esta proyección de la demanda puede servir para poder planificar mejor el manejo del sistema de agua potables, aunque se hace necesario el llevar un monitoreo para poder estimar mejor la disponibilidad de agua.

#### IV RESULTADOS Y DISCUSION.

Al momento de realizar la encuesta solo se pudo encuestar 42 casas de las 51 casas posibles. Con esto tenemos el 82% de las casas de la comunidad. Esta pérdida de casas se debió a que en el momento de realizar la encuesta en la comunidad se habían registrado algunos deslizamientos de tierra, lo que causó el abandono de algunas casas. Los resultados que se obtuvieron del estudio fueron los siguientes.

##### 4.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

Por la necesidad de los habitantes de contar con un mejor servicio de agua potable, se creó la Junta de Agua para encargarse de todas las actividades relacionadas con la construcción, mantenimiento y operación del sistema de aguas de la comunidad<sup>4</sup>. Con el apoyo del Proyecto SANAA-AID, en 1994 se construyó el sistema de agua, con un costo aproximado de Lps 180 000. La comunidad aportó Lps-40 000 en trabajo y materiales y el proyecto SANAA-AID aportó Lps 140 000 en materiales y pago del diseño.

El sistema cuenta con dos pilas de captación ubicadas en la propiedad de Doña Tomasa Matamoros, quien cedió el terreno a la comunidad por medio de un acuerdo con la municipalidad de Tatumbla. Está constituido por una red de distribución, dividido en tres ramales que salen de un tanque de unión y almacenamiento como se observa en la Figura 8. El tanque cuenta con un sistema de "cloración", que no ha sido usado por falta de conocimiento en el manejo. Tiene una capacidad de almacenaje de 15 000 litros, y se estimó que el caudal que entra es de 162.54 lt/minuto<sup>5</sup>. El cálculo del caudal lo realizó el SANAA al diseñar los planos del proyecto. Este cálculo no se pudo comprobar debido a que los días que se

---

<sup>4</sup> Flores, S. 1995. Descripción del sistema de agua potable de La Lima, Tatumbla, F.M. Honduras. La Lima, Honduras. (Comunicación personal)

<sup>5</sup> Flores, S. 1995. Datos de los estudios del SANAA para la instalación del sistema de agua potable en La Lima, Tatumbla. La Lima, Honduras. (Comunicación personal)

realizaron los aforos de las pilas de captación el sistema tenía tuberías rotas, lo que impedía que el agua llegara al ranque.

La Junta de agua ha estado cobrando Lps 3<sup>00</sup> mensuales por cada conexión hecha al sistema, generando un ingreso anual de Lps 1974. El dinero se destina al mantenimiento y administración del sistema y el pago de una deuda de Lps 1 500<sup>00</sup>, parte del aporte en el proyecto<sup>6</sup>. Este dinero se deposita en una cuenta en el banco De los trabajadores.

Según el diseño, el sistema de agua tiene la capacidad para abastecer las 61 viviendas de la comunidad, sin embargo actualmente solo hay 49 viviendas conectadas al sistema y se piensa en el futuro incorporar las viviendas restantes. El tamaño de promedio de las familias es de 6.2<sup>9</sup> personas, con un crecimiento poblacional de 1.8% (Bergeron et.al, 1995)

---

<sup>6</sup> Flores, S. 1995. Datos económicos del sistema de agua potable de La Lima, Tatumbla. La Lima, Honduras. (Comunicación personal).

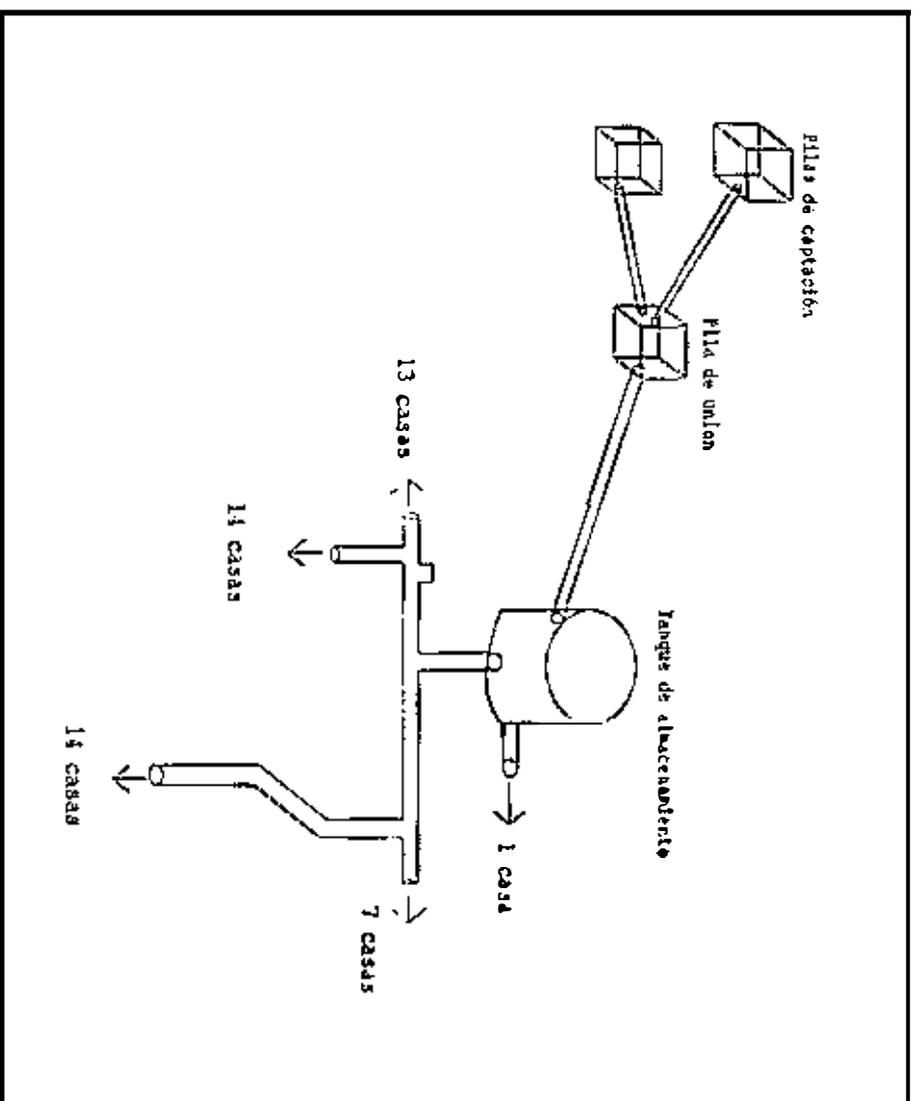


Figura 8. Esquema del sistema de agua potable.

#### 4.2 DISPONIBILIDAD DE AGUA.

Al realizar las mediciones de caudal en la pila de captación se encontró que el caudal de entrada al sistema es de 316 lt/min en el invierno y de 137 lt/min en el verano. Esta disminución en el caudal es del 60% del agua del invierno a la del verano. Hay que considerar que 1995 fue un año bastante lluvioso. Si la comunidad en este año ha tenido problemas de abastecimiento de agua, se ha debido principalmente a la falta de mantenimiento del sistema y no a la disponibilidad de agua.

#### 4.3 CASAS CONECTADAS AL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

Como se muestra en la Figura 9, del 100% de las casa, el 79% estan conectadas al sistema de agua potable, el 21% restante tienen agua de otras fuentes distintas a la del sistema.

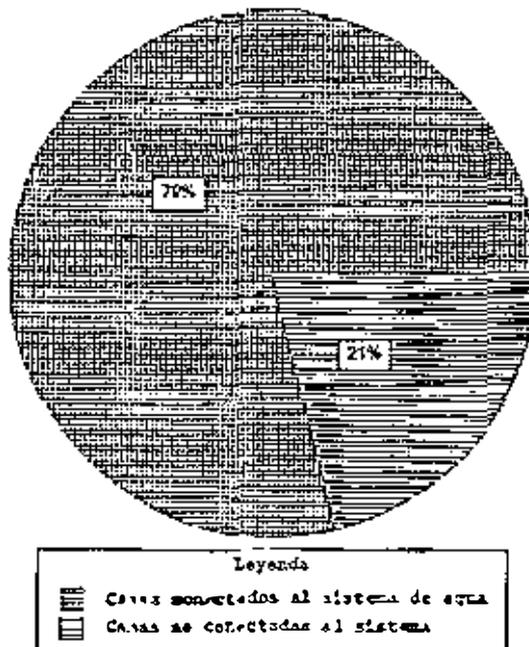


Figura 9. Distribución relativa de las casas conectadas al sistema de agua potable.

Las casas que no estan conectadas al sistema hacen uso de otras fuentes de agua. Estas personas tienen sus propias mangueras con las cuales traen el agua. El tipo de fuente que

emplean en su mayoría son manantiales, y en algunos casos lo hacen de las quebradas que pasan por la zona. En un caso se encontró que el agua la sacan de una pequeña quebrada, que cuenta con un agua de un color bastante opaco y como se considera que el color es un buen indicador de la calidad del agua, se asume que estas personas están empleando un agua de mala calidad.

Al preguntarles el motivo por el cual no se conectaban al sistema de agua potable, en su mayoría argumentaban que las constantes fallas que sufre el sistema es el principal motivo por el cual no se conectaban. Las casas que cuentan con agua de algún manantial tienen un servicio más constante y seguro que los que están conectados al sistema de agua. Esto se logró comprobar el día en que se realizó la encuesta, ya que ese día se había producido una ruptura en la tubería del sistema y las únicas casas que contaban con agua eran las casas no conectadas al mismo y que hacen uso de algún manantial. Esto da a pensar que las personas de la comunidad valoran más la confiabilidad del servicio que la calidad del agua que se brinda. Esto se debe en gran manera a la no existencia de trabajos que evalúen la calidad de agua de la comunidad.

#### 4.4 DEMANDA DE AGUA EN LA COMUNIDAD.

Este cálculo se hizo en base a 17 casas, que fueron las únicas en las que se pudo completar todos los datos necesarios. Esta información no se pudo completar debido a que en algunas casas no podían proporcionar datos sobre el uso de agua. En las demás casas que no se completó la información, se tiene una información parcial, la cual se empleó en el cálculo de los demás componentes de la demanda de agua. La demanda de agua total en la comunidad es de 17 328.16 lt/día, tanto para uso doméstico como agrícola. La demanda en lt/min para ambos usos es de 12.03 lt/min. Al comparar esta demanda con la disponibilidad de agua, se demuestra que la disponibilidad en invierno es superior a la demanda. En el verano la disponibilidad de agua es de 137 lt/min, lo cual también es bastante superior a la demanda de agua en la comunidad.

Para poder establecer claramente los usos del agua en la comunidad se dividió el análisis en dos partes.

#### 4.4.1 Demanda de agua para uso doméstico.

De las cuatro categorías en que se dividió la demanda, se encontró la siguiente distribución relativa. El uso del agua directamente de la llave representó el 59.4% de la demanda promedio de la comunidad, la demanda de agua para el aseo personal es el 24.8%, el lavado de letrinas el 11.5% y por último la recolección de agua que solo representa el 4.4% de la demanda total de agua de la comunidad. Esta distribución se ve en la Figura 10.

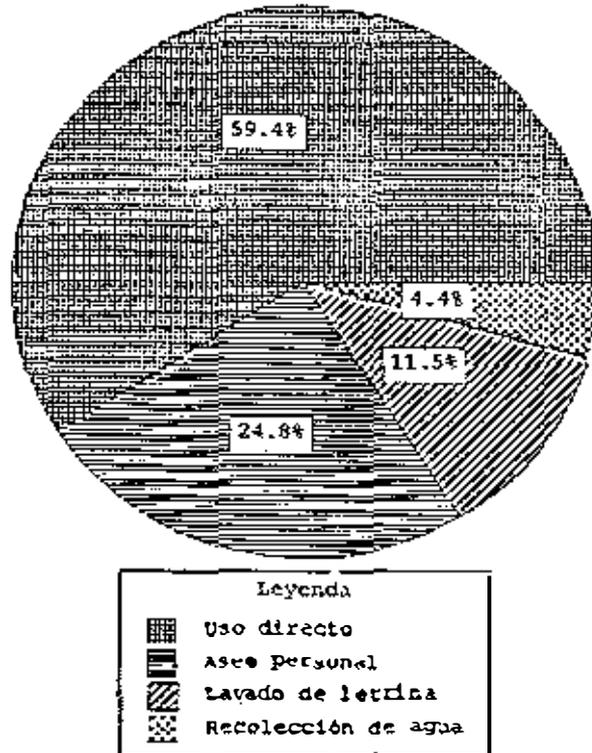


Figura 10. Componentes de la demanda de agua.

La Figura 10 muestra que el uso directo del agua es el principal elemento de la demanda de agua, éste representa el 59.9% del total de la demanda de agua en la comunidad, el uso de agua para el aseo personal el 24.6%, el lavado de letrinas el 11.2% y la recolección el 4.2% del total del consumo de agua como se explicó anteriormente, aunque estas relaciones varían mucho en la comunidad, como se puede ver en la Figura

11 donde se muestra el consumo de agua en las 17 casas en las cuales se pudo determinar el consumo de agua.

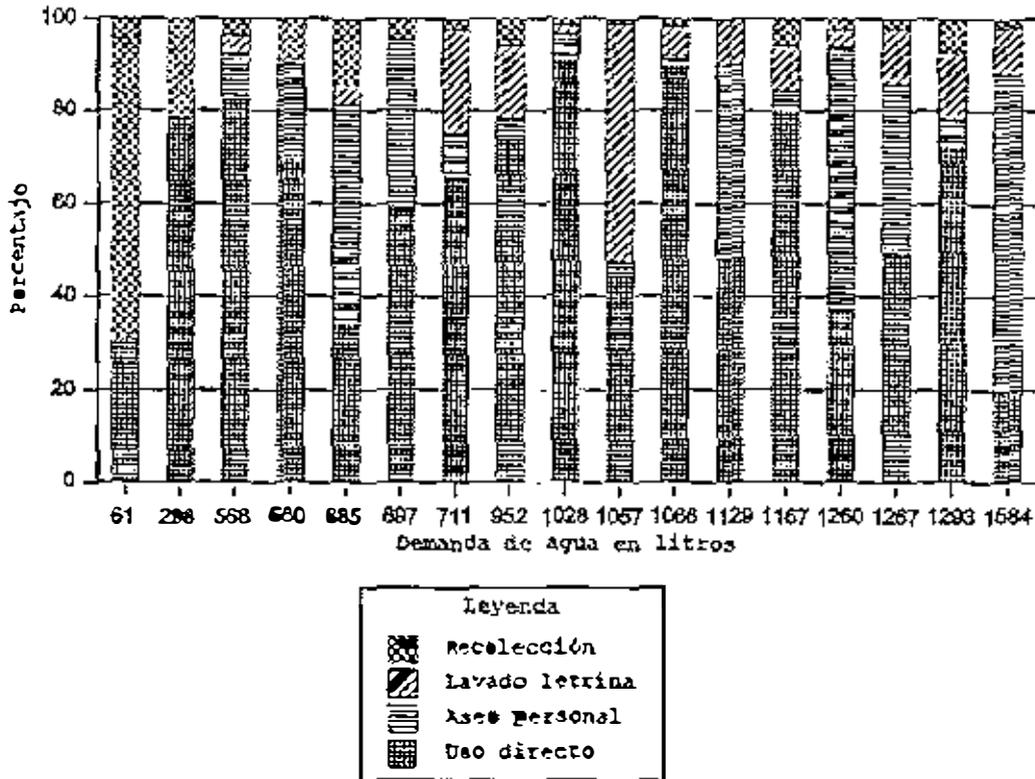


Figura 11. Distribución de los componentes de la demanda de agua en 17 casas de la comunidad de La Lima.

Como se ve en la Figura 11 no existe un patrón definido en cuanto a los componentes de la demanda de agua. Estos no siguen ningún patrón regular, sino que mas bien varia mucho dentro de la comunidad.

Por medio de la encuesta se pudo establecer la demanda total de agua para uso doméstico. La demanda de agua en la comunidad es de 16 190 lt/día, con un consumo máximo de 1709 lt/día y un mínimo de 62 lt/día con una diferencia de 1647 lt/día. La desviación estandar es de 409 tal como se muestra en el Cuadro 2. Al graficar los valores esperados de la demanda según probabilidades, esta desviación tan alta hace que los valores tengan una gran distribución. Para hacer una aproximación al promedio del consumo de agua, el mismo se encuentra entre

716 y 1106 lt/día/casa, con un 95% de probabilidad. En el Cuadro 2. se presentan los datos de la demanda de agua para uso doméstico.

Cuadro 2. Detalle de la demanda de agua para uso doméstico.

Promedio	911 lt/día/casa
Máximo	1709 lt/día
Mínimo	62 lt/día
Diferencia	1647 lt/día/casa
Desviación estandar	409 lt/día
Límite superior del intervalo de confianza	1106 lt/día/casa
Límite inferior del intervalo de confianza	716 lt/día/casa
Total	16 190 lt/día

El consumo de agua en La Lima es bastante irregular, esto se puede apreciar en la Figura 12 donde se muestra la frecuencia absolutas de la demanda de agua. En la Figura 13 se muestra la frecuencia acumulada con un escala logaritmica.

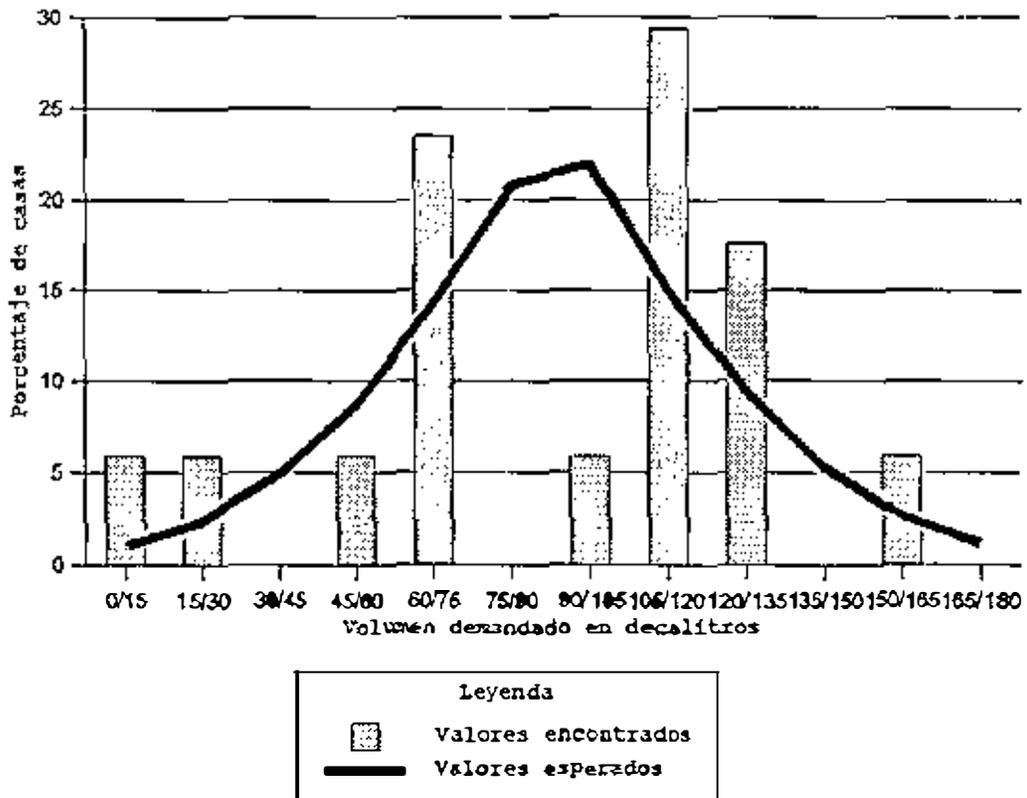


Figura 12. Distribución de frecuencia en los volúmenes demandados de agua.

En la anterior Figura se puede apreciar que la demanda de agua en la comunidad se ajusta poco a una curva de distribución normal, se nota que los valores extremos tanto máximos como mínimos son más comunes de lo esperado, y no los valores promedios como se debería esperar en una distribución normal.

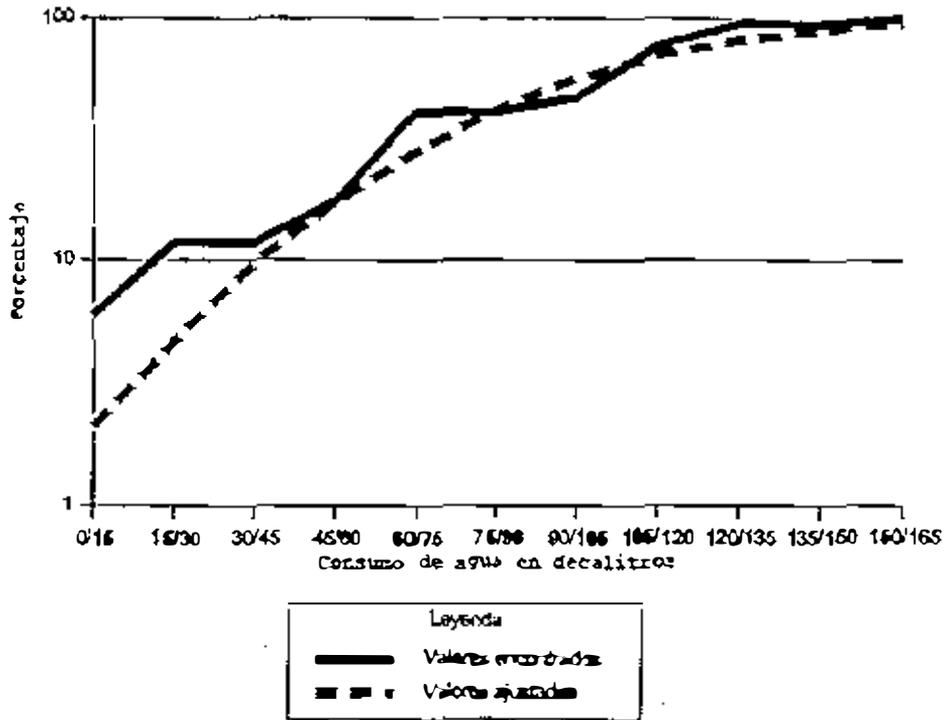


Figura 13. Frecuencias acumuladas del consumo de agua en escala logarítmica.

En la Figura anterior se ve lo mismo que en la Figura 12 donde se muestra la irregularidad en cuanto al consumo de agua en la comunidad, ya que la curva de los valores encontrados en la comunidad se encuentra separada de la de los valores esperados. Esta separación de las curvas es la que denota la irregularidad de la distribución de los valores.

Esta irregularidad del consumo de agua puede ser un factor muy determinante al pretender darle un mejor manejo al sistema de agua, puesto que esto evidencia una diferencia en la comunidad. Si se quiere realizar un cobro por el consumo de agua, este se debería relacionar con algún factor que permita fácilmente determinar la demanda de agua en los diferentes hogares, pero en la comunidad no existe ninguna relación del consumo de agua con el número de personas por casa, el cual sería uno de los indicadores más fácilmente determinable en la comunidad. Esta no relación se explica más adelante.

Por éstos amplios rangos y desviaciones en el consumo se concluye que el consumo de agua en la comunidad de La Lima es bastante irregular. Esta distribución irregular del consumo de agua en la comunidad se puede explicar en gran medida por la poca relación que existe entre el número de personas por casa y el consumo de agua. En la Figura 14 se muestra la relación entre la demanda de agua con respecto al número de personas por casa.

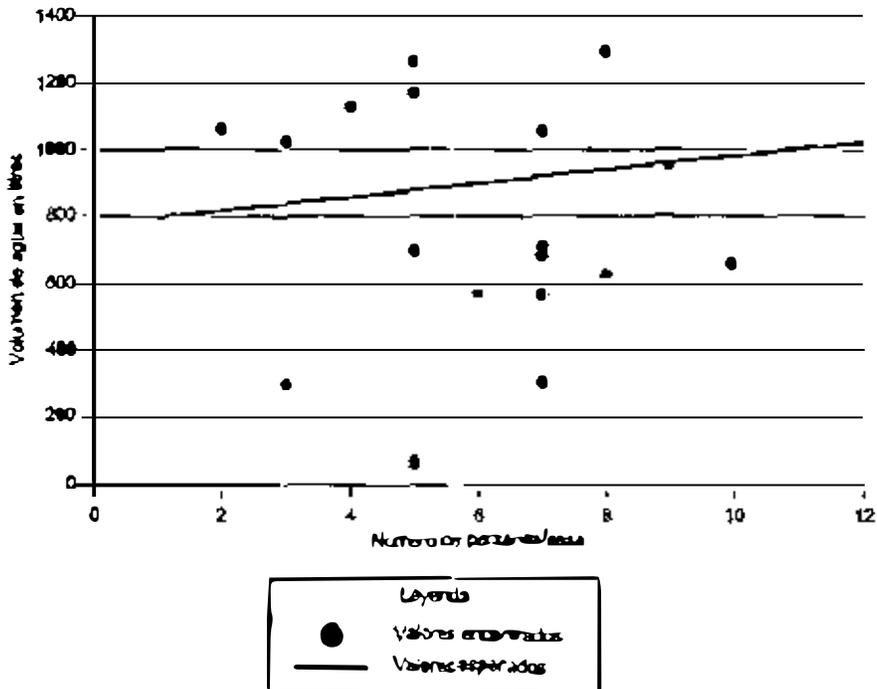


Figura 14. Relación de la demanda de agua con el número de personas/casa.

Como se puede observar en la Figura, el número de personas no tiene relación con la demanda de agua. La relación que se encontró tuvo un  $r=0.1196$  lo cual demuestra la poca relación entre estas dos variables. Lo anterior demuestra que en la comunidad la demanda no está relacionada con el número de personas por casa.

4.4.1.1 Demanda por persona: El consumo promedio de agua en la comunidad refleja en gran medida la asimetría que existe en el consumo de agua. Esta da un promedio de 175 lt/día /persona, que es una cifra muy superior a la dada por el SANAA para

consumo en comunidades rurales con conexión en su casa, que es de 40 lt/día/persona, con un máximo de 60 lt/persona/día y un mínimo e 30 lt/día/persona. En la Figura 15 y Figura 16 se muestran las frecuencias del consumo por persona en la comunidad. Existe solo un 33% de la población de la comunidad que tiene un consumo de agua dentro de los rangos establecidos por el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA).

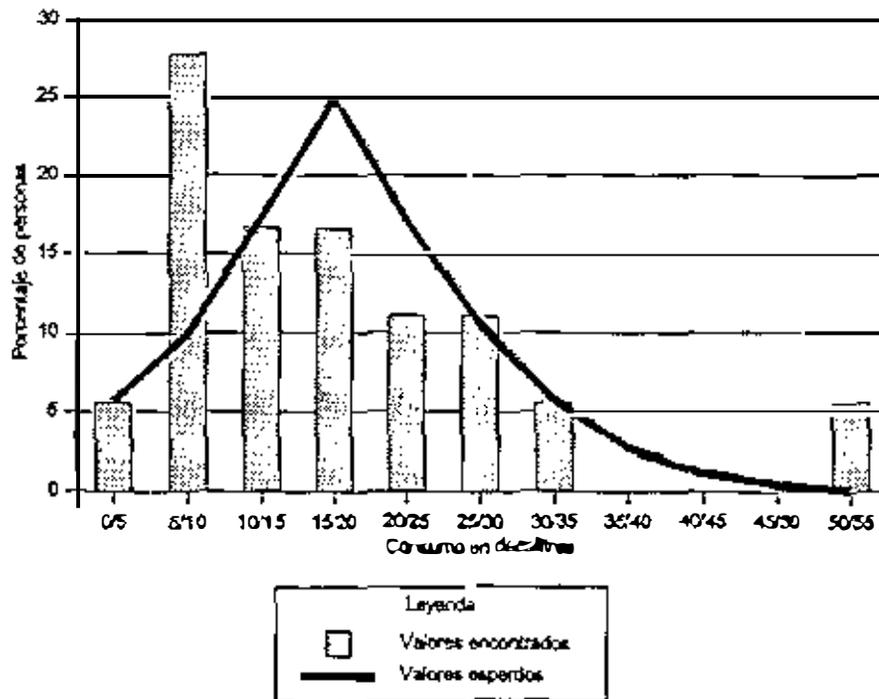


Figura 15. Distribución de frecuencia para el consumo de agua por persona.

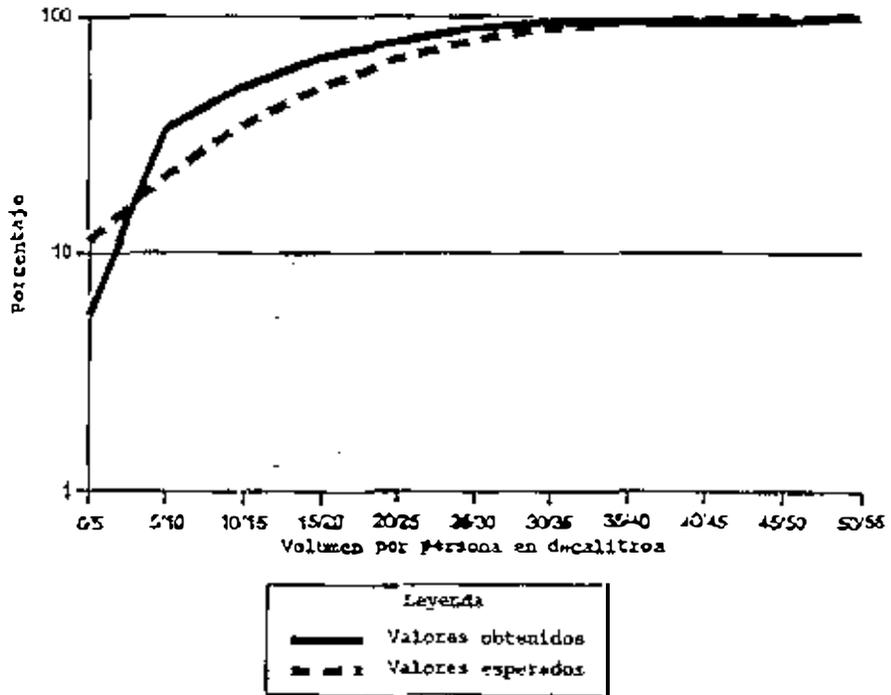


Figura 16. Frecuencias acumuladas del consumo de agua/persona, en escala logarítmica.

Al ajustar esta gráfica a una curva de distribución normal se nota una inclinación hacia la izquierda, o sea que un alto porcentaje de las personas tienen consumos inferiores al promedio de la comunidad. Con la suma de frecuencia se tiene que el 66.67% de la población se encuentra bajo el promedio de consumo de la comunidad. También se nota un amplio rango, el consumo máximo es de 533 lt/día/persona y el mínimo de 12 lt/día/persona. Este rango representa una diferencia de más de 40 veces, por lo cual se nota la gran diferencia que existe en cuanto al consumo de agua. Esto se ve en el Cuadro 3, donde se da el resultado del análisis del consumo de agua por persona.

Cuadro 3. Detalle de los resultados del consumo de agua por persona

Promedio	175 lt/día/persona
Máximo	533 lt/día/persona
Mínimo	12 lt/día/persona
Diferencia	520 lt/día/persona
Desviación estandar	123 lt/día
Límite superior del intervalo de confianza	233 lt/día/persona
Límite inferior del intervalo de confianza	119 lt/día/persona

El consumo promedio de agua en la Lima se encuentra con un 95% de confianza entre 118 lt/día/persona y 232 lt/día/persona. La demanda de agua promedio por persona en la comunidad es muy superior al promedio que da el SANAA, que es 40 lt/hab/día. En la Lima tenemos un gasto de 175 lt/hab/día, esta diferencia es significativa con 99.99% de probabilidad.

Este tipo de estudio viene a demostrar que se necesita hacer mas investigación en el país para conocer los niveles reales de consumo de la población. Si se considera que la Lima es una comunidad bastante típica y representativa de las condiciones rurales del país, se puede pensar que los niveles de consumo reales de agua a nivel nacional se debe encontrar cerca de este rango.

4.4.1.2 Recolección de agua: La recolección de agua se refiere al agua que las personas están recogiendo y utilizando en menos de un día. Como este periodo de almacenamiento es menor de un día, no se puede hablar de almacenamiento de agua.

A. Volumen de los recipientes empleados en la recolección de agua: En el caso de la Lima, no almacenan agua por largos periodos, sino por el contrario recogen el agua necesaria para sus labores. Esto se debe principalmente al volumen de los recipientes ocupado para la recolección, como se puede ver en las Figura 17. Mas del 64% de los recipientes empleados tiene un volumen de 3.78 lt. Este volumen de los recipientes hace que en la comunidad se deba de estar acarreado agua continuamente para las labores.

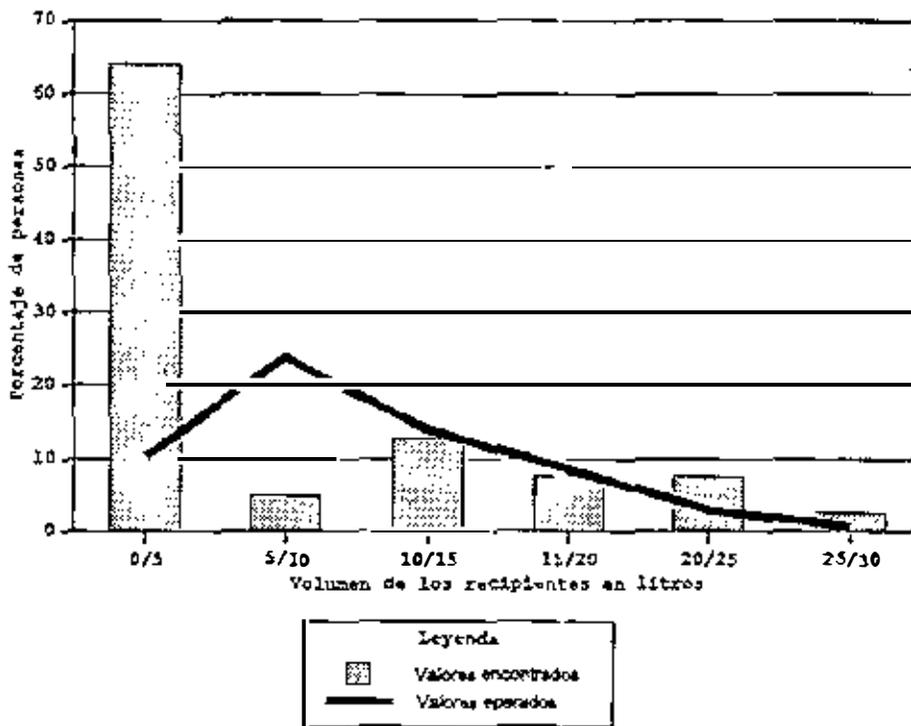


Figura 17. Distribución de frecuencia de los volúmenes de los recipientes utilizados para la recolección de agua.

En la Figura anterior se nota que el volumen de los recipientes no tiene una distribución normal, sino más bien es una distribución bastante tirada hacia el lado izquierdo, o sea que los valores inferiores a la media son los más frecuentes. Esto también se nota en la Figura 18, en el cual se gráfica la frecuencia acumulada. Esta distribución en la comunidad se debe en gran manera a las condiciones económicas de la población, ya que los recipientes más empleados son los recipientes en los cuales se vende la manteca. Estos recipientes permiten una fácil contaminación del agua, ya que en la mayoría de los casos no se emplean las tapaderas para cubrir los mismos. Otro de los factores que explica esta distribución es la cercanía de las tomas de agua a las casas, por lo que el recoger agua no representa un gran esfuerzo.

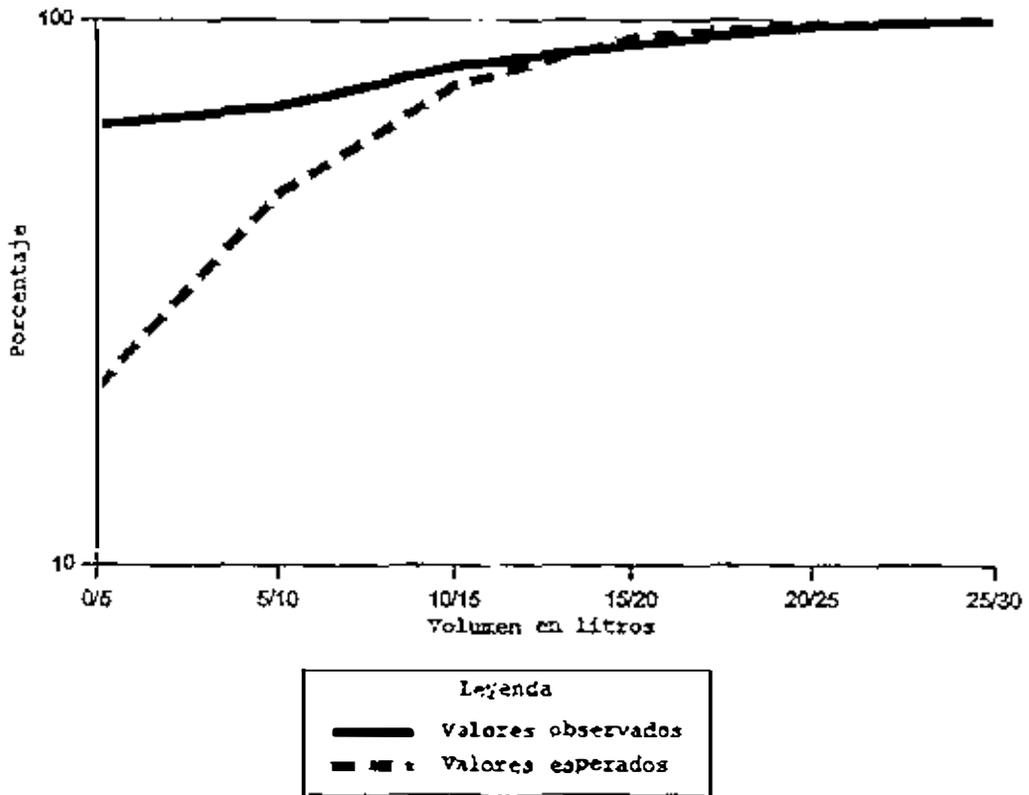


Figura 18. Frecuencia acumulada del volumen de los recipientes empleados en la recolección de agua en escala logarítmica.

Esta distribución irregular también se nota por el amplio rango que se presenta en cuanto al volumen de los recipientes empleados, así tenemos que el volumen máximo es de 26 lt y el mínimo de 3.78 lt, los cuales forman el 64% del total de los recipientes. Esto da un rango de 23 lt, con una desviación estandar de 6.61 lt. Con esta desviación la media poblacional se encuentra entre 6 y 10 lt con una probabilidad de 95%. En el Cuadro 4 se muestra los datos que se obtuvieron del análisis de los recipientes.

Cuadro 4. Análisis de los recipientes de recolección de agua.

Promedio	7.91 lt
Máximo	27 lt
Mínimo	3.78 lt
Rango	23 lt
Desviación estandar	6.61 lt
Límite superior del intervalo de confianza	16 lt
Límite inferior del intervalo de confianza	6 lt

Por el volumen reducido de los recipientes estan llenando sus recipientes 1.68 veces por día, como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Datos del analisis del volumen total de los recipientes de recolección.

	Volumen recolectado	Volumen total de los recipientes por casa	Veces llenado recipientes
Promedio	37 lt/día	24 lt	1.68
Máximo	99 lt/día	95 lt	6
Mínimo	0 lt/día	0 lt	0
Diferencia	99 lt/día	95 lt	6
Desviación estandar	27 lt/día	118 lt	1.15
Límite superior del intervalo de confianza	47 lt/día	31 lt	2.00
Límite inferior del intervalo de confianza	26 lt/día	17 lt	1.11
Total	958 lt/día		

El volumen de los recipientes denota la poca capacidad de recolección de agua por parte de los pobladores de la comunidad. Esta poca capacidad hace, en muchos casos que el agua se recoja en condiciones poco higiénicas, lo que podría causar el brote de alguna enfermedad infecto contagiosa en la comunidad. Esta probabilidad existe debido al manejo que se le da a los recipientes, los cuales son manejados con poco cuidado y en la mayoría de los casos no se utilizan tapaderas para cubrir los mismos. Aunque los habitantes están constantemente clorinando el agua para beber con cloro comercial, esto no descarta la posibilidad de la aparición de enfermedad.

Existe poco uso de pilas para almacenar agua. Solamente en dos casas se encontraron pilas de almacenamiento. Este uso de las pilas no es generalizado, debido a la abundancia de agua que existe en la comunidad, ya que muchas personas que están conectadas al sistema de agua potable lavan su ropa en la quebrada.

**B. Volumen total recolectado:** El volumen total promedio del agua recolectada es de 30 lt. También existe una gran diferencia en cuanto a la recolección de agua. Se encontró que el volumen máximo recolectado es de 99 lt/día y el mínimo de 0 lt/día, con un intervalo de confianza de 95% el volumen total recolectado se va a encontrar entre 26 y 47 lt/día. En el Cuadro 4 se presentaron los datos referentes a la capacidad de recolección.

En la Figura 19 se presenta la distribución de frecuencias en el volumen total recolectado. En este caso la distribución es mucho más normal que en el caso del volumen de los recipientes utilizados para la recolección del agua.

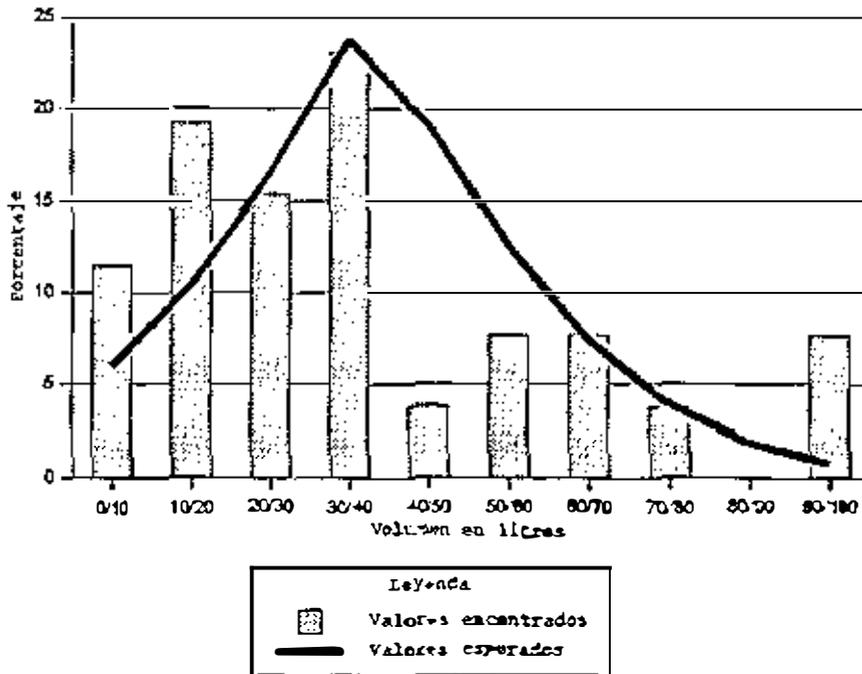


Figura 19. Frecuencia de los volúmenes de recolección de agua.

Aunque el volumen recolectado depende del volumen de los recipientes empleados, la mayor normalidad de la curva se debe a que las personas que poseen recipientes más pequeños los están llenando más frecuentemente que los que poseen recipientes grandes. Esta distribución más normal también se ve al graficar la frecuencia en forma acumulada, como se hace en la Figura 20.

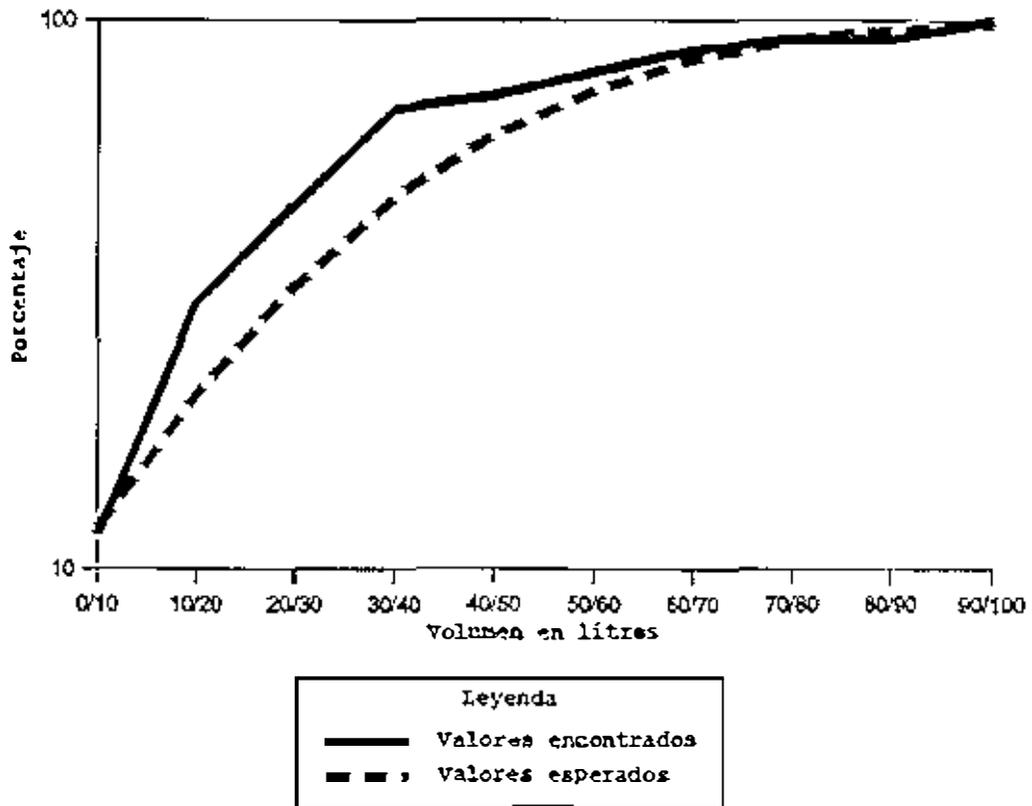


Figura 20. Frecuencia acumulada de los volúmenes recolectados de agua.

C. Relaciones de la recolección de agua: La recolección de agua representa el 4.4% del consumo total de agua como se mostró en la Figura 10. Esta tiene una relación débil en cuanto a explicar el consumo de agua en la comunidad. Esta relación tiene un  $r = -0.14$ , lo cual nos indica que entre más recolección existe de agua menor es el consumo de esta. Esta relación se muestra en la Figura 21.

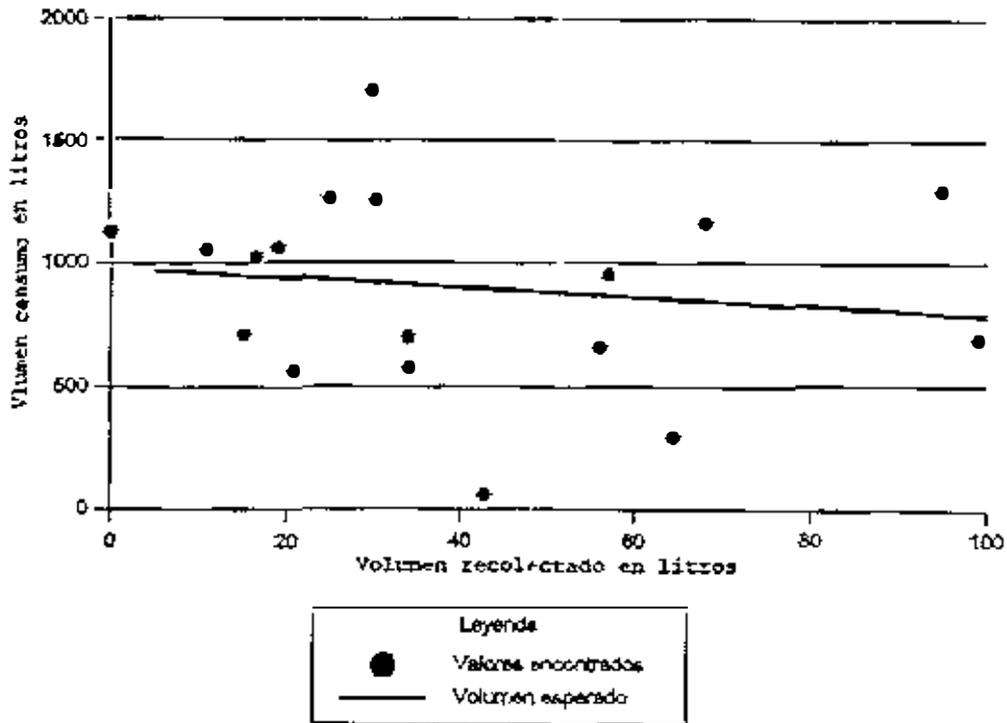


Figura 21. Relación de la recolección de agua con la demanda total de agua en la comunidad.

Otro factor importante de estudiar en cuanto a la recolección, es la relación que existe con el número de personas que habitan cada casa. En la Figura 22 se observa esta relación.

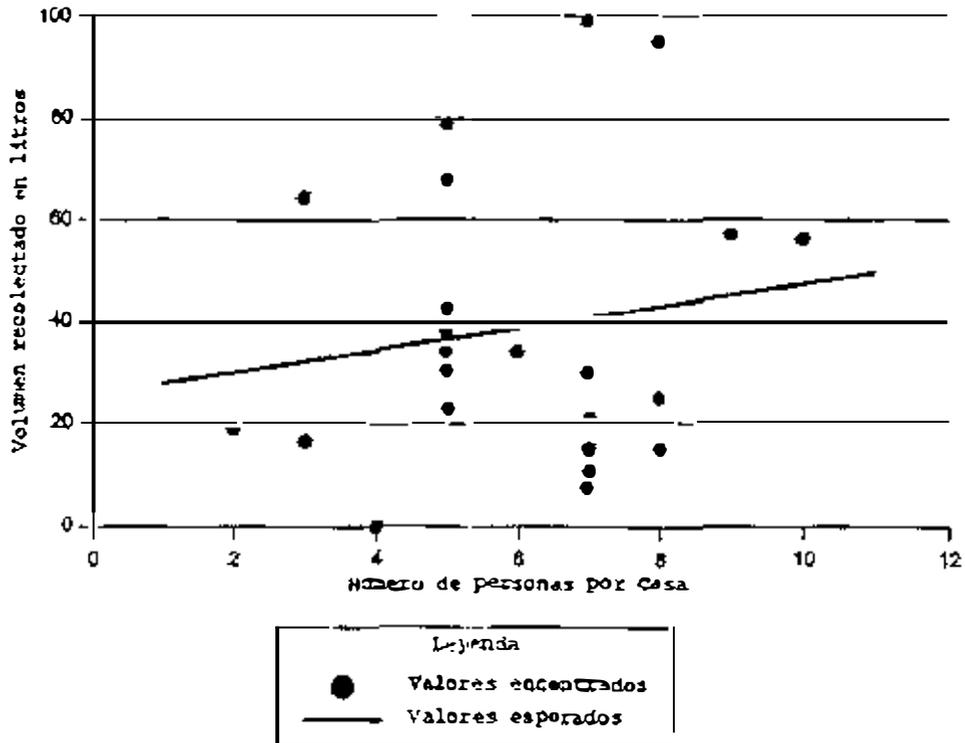


Figura 22. Relación de la recolección de agua con el número de personas que habitan cada casa.

La relación entre el número de personas por casa y la recolección de agua es bastante baja, se encontró un  $r=0.165$ , lo que confirma la poca relación entre estos dos factores. Es por esta razón que no se podría utilizar el número de personas por casa como un indicador del consumo de agua.

Otro factor importante de determinar es la relación existente entre la recolección de agua y el uso directo que se hace del agua. Esta relación ayuda a entender mejor el manejo que le dan al agua en la comunidad, y como se podría trabajar para lograr un mejor uso del agua en la comunidad. Esta relación se muestra en la Figura 23.

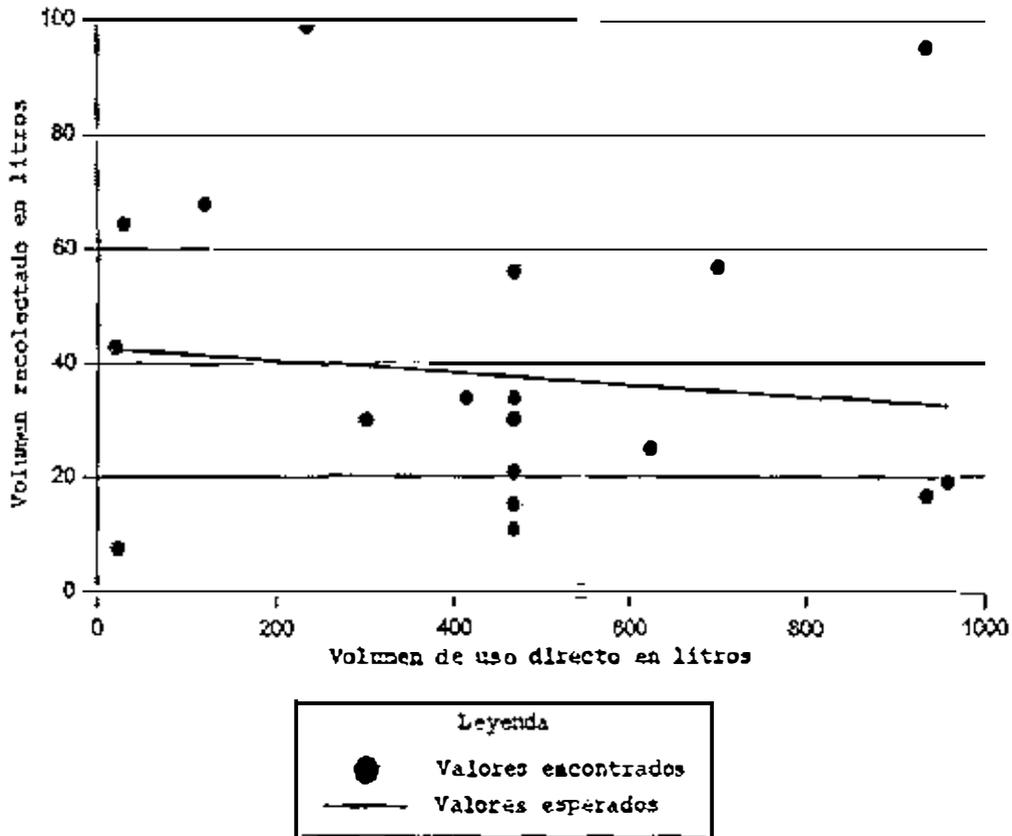


Figura 23. Relación de la recolección de agua con el uso directo.

La relación que existe entre la recolección de agua y el uso directo de esta, tiene un  $r = -0.11$ , lo cual indica que es una relación bastante baja. Al ser negativa indica que el uso directo del agua disminuye al aumentar la recolección de agua. Se podría hacer otros estudios para tratar de establecer este tipo de relaciones, ya que si existiera, podría ser un punto de partida para poder controlar la demanda de agua en la comunidad.

4.4.1.3 Uso directo del agua: Como se mostró anteriormente, el uso directo del agua representa el 59% de la demanda total de agua en la comunidad. Esto se debe hasta cierto punto a la relativa abundancia de agua que existe en la zona. En el Cuadro 6 se dan los resultados del análisis del uso directo de agua en la comunidad.

Cuadro 6. Detalle del uso directo de agua.

Promedio	539 lt
Máximo	958 lt
Mínimo	19 lt
Diferencia	939 lt
Desviación estandar	278 lt
Límite superior del intervalo de confianza	671 lt
Límite inferior del intervalo de confianza	407 lt

El promedio de uso directo de agua en la comunidad es de 539 lt/día/casa, con un probabilidad de 95% de confianza de que la media se encuentra entre 407 y 671 lt/día/casa. También se nota la irregularidad del consumo de agua de la comunidad, ya que se tiene un rango de 939 lt/día/casa, con un valor máximo de 958 lt/día/casa y un mínimo de 19 lt/día/casa.

Al igual que en los casos anteriores, en el caso del uso directo del agua, existe una irregularidad en cuanto a la distribución de las frecuencias, como se ve en la Figura 24.

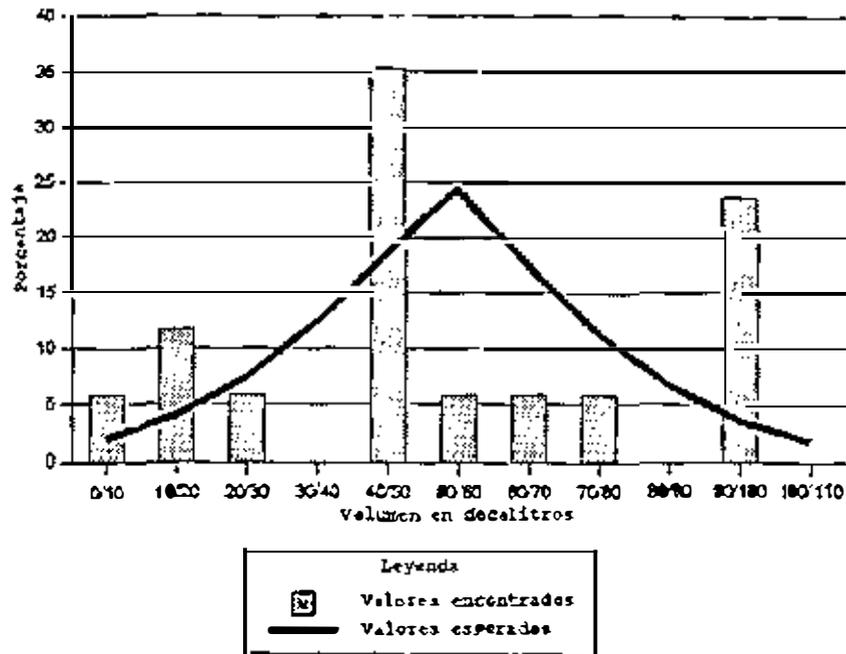


Figura 24. Frecuencia del uso directo del agua.

En este caso la distribución de los datos encontrados se ajusta mas a un curva bimodal, ya que se encuentran dos valores bastante altos en medio de valores bajos. Al hacer la gráfica de las frecuencias en forma acumulada se nota el ajuste a una curva de distribución normal, esto se ve en la Figura 25.

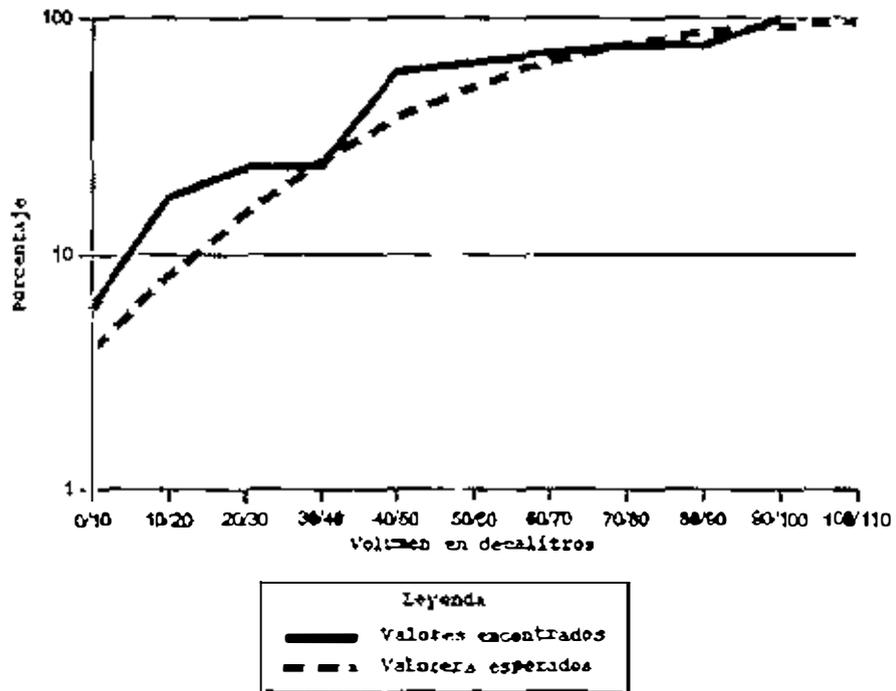


Figura 25. Frecuencias acumuladas del uso directo del agua en escala logarítmica.

Al igual que en el caso de la recolección la relación del uso directo del agua con el número de personas por casa es bastante bajo, esto se ve en la Figura 26.

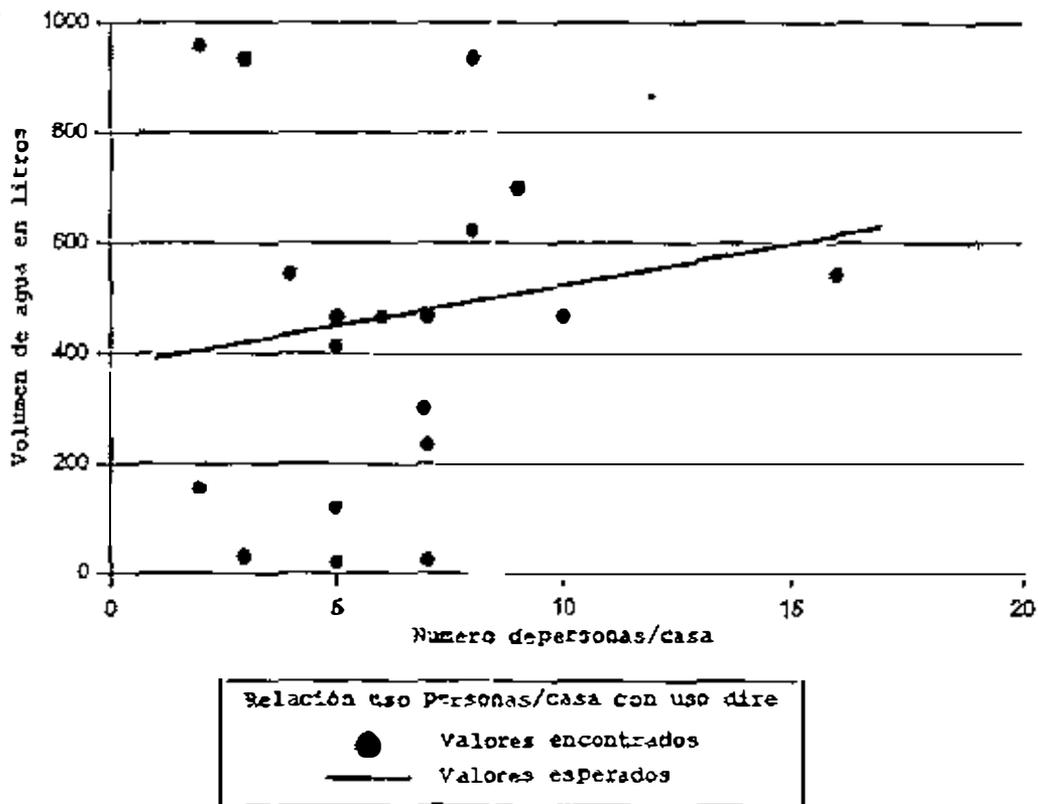


Figura 26. Relación del uso directo de agua con el número de personas por casa.

La relación entre el uso directo y el número de personas por casa tiene un  $r=0.11$  que es bastante bajo. Al ser una relación positiva indica que a mayor número de personas por casa, mayor es el uso directo del agua. Al igual que en el caso de la recolección no se puede tomar esta relación como un indicador del consumo de agua en la comunidad.

Como ya se vio anteriormente el uso directo de agua representa el 59% de la demanda de agua en la comunidad, es por esta razón que se estableció la relación entre estos dos, la demanda de agua y el uso directo del agua. La Figura 27 muestra esta relación, que en este caso tiene un  $r=0.45$  lo cual es una relación mas fuerte que las anteriores, aunque no

lo suficientemente fuerte como para ser considerada. Por ser positiva la relación indica que al aumentar el uso directo del agua, también aumenta la demanda de agua en la comunidad.

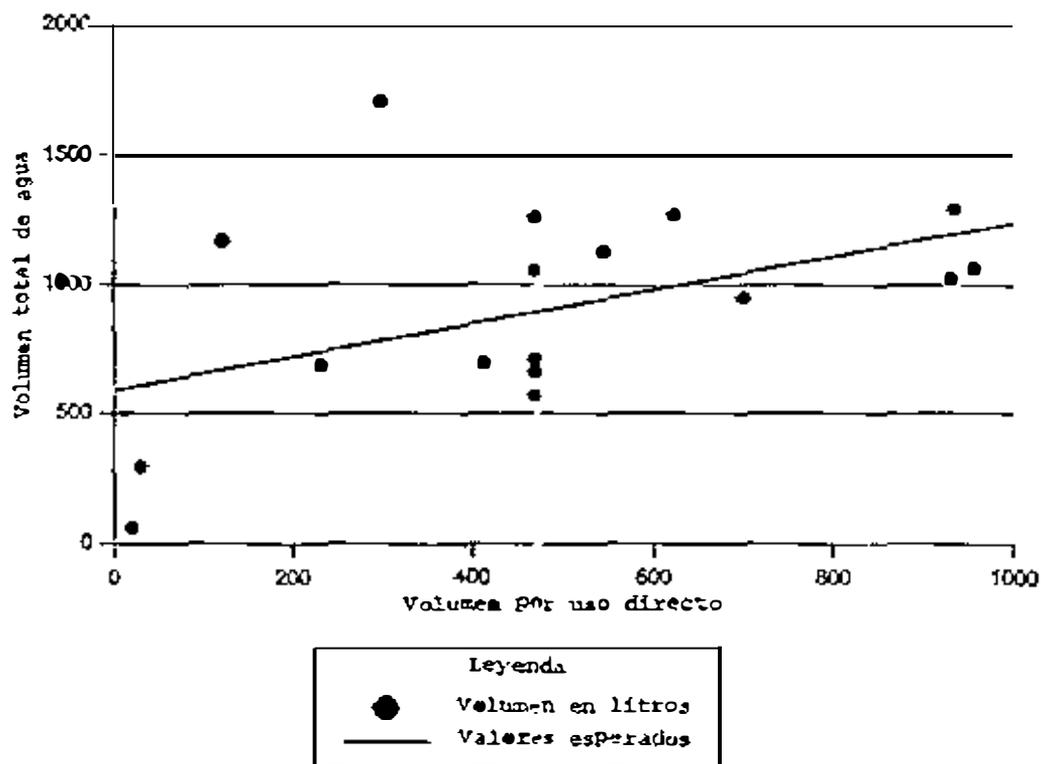


Figura 27. Relación de la demanda de agua con el uso directo del agua.

4.4.1.4 Demanda para el aseo personal: El aseo personal representa el 24% de la demanda total de agua. La media es de 226 lt/día/casa y esta se encuentra entre 82 y 370 lt/día/casa. El rango de distribución de los valores es de 1090 lt/día/casa, con un máximo de 1090 lt/día/casa y un mínimo de 0 lt/día/casa. En el Cuadro 7 se dan los resultados del análisis del uso del agua para el aseo personal.

Cuadro 7. Detalle del análisis de la demanda de agua para el aseo personal por casa

Promedio	226 lt/día
Máximo	1090 lt/día
Mínimo	0 lt/día
Diferencia	1090 lt/día
Desviación estandar	303 lt/día
Límite superior del intervalo de confianza	370 lt/día
Límite inferior del intervalo de confianza	80 lt/día

En el caso del uso de agua para el aseo personal también se nota una distribución bastante inclinada hacia el lado izquierdo, lo que significa que los valores menores a la media son los mas comunes. El 76.46% se encuentra bajo el promedio de la comunidad. Esto se explica debido que muchas personas prefieren ir al río a realizar su aseo personal. En la Figura 28 se muestra la distribución de la frecuencia de los valores encontrados y ajustados.

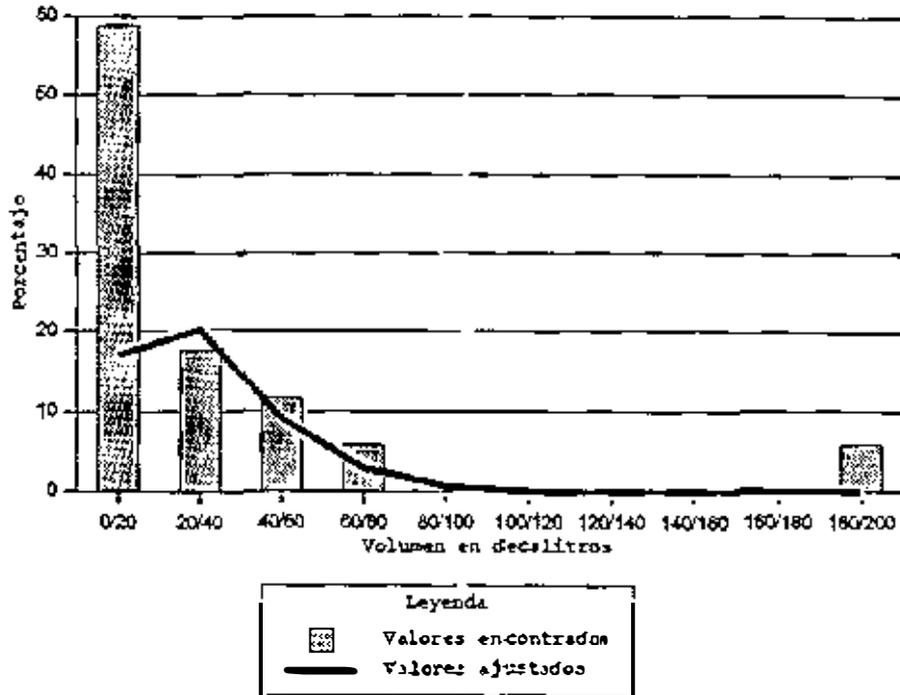


Figura 28. Distribución de frecuencias de la demanda de agua para el aseo personal

4.4.1.5 Demanda de agua para el lavado de las letrinas: La demanda de agua para el lavado de las letrinas representa el 11.5% de la demanda total de agua. La media es de 104 lt/día/casa, con una confianza de 95% de que la media se encuentra entre 42 lt/día/casa y 167 lt/día/casa. En el Cuadro 8 se detalla el análisis de este componente.

Cuadro 8. Detalle del análisis de la demanda de agua para el lavado de las letrinas por casa

Promedio	104 lt/día
Máximo	545 lt/día
Mínimo	0 lt/día
Diferencia	545 lt/día
Desviación estandar	132 lt/día
Límite superior del intervalo de confianza	167 lt/día
Límite inferior del intervalo de confianza	42 lt/día

En la Figura 29 se muestra la distribución de frecuencias de los volúmenes empleados en el lavado de las letrinas. Como se aprecia en esta Figura la mayoría de las persona utilizan volúmenes cercanos a la media y solo cerca del 6% tienen un consumo muy alto. Este valor alto encontrado es el que hace que la media sea alta ya que el otro 94% se encuentra cerca de la media.

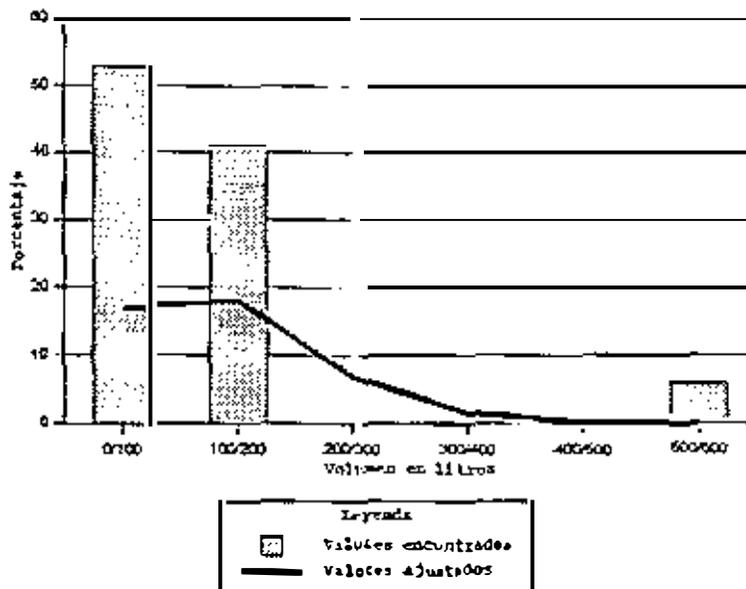


Figura 29. Distribución de frecuencias de la demanda de agua para el lavado de las letrinas.

#### 4.4.2 Demanda de agua para uso agrícola.

El volumen empleado para uso agrícola en la comunidad es de 1137.58 lt/día. Este dato se obtuvo por medio de la encuesta. Se encontró además que el principal método de riego es el de aspersores. Esta demanda para riego es poca, si se compara con la disponibilidad de agua de la fuente.

Se sabe que la fuente tiene un caudal en el verano de 137 lt/min, que al restarle el promedio de la demanda de agua para uso doméstico que es de 36 lt/min, queda que 101 lt/min no son utilizados en la comunidad. Si se asume que en la comunidad existe una evapotranspiración de 7 mm/día<sup>7</sup>, se obtiene que el sistema es capaz de mantener un área bajo riego de 2020 ha, lo cual es mucho más de lo que existe la comunidad ya que solo existen 217 ha de cultivos. Con esto se sabe que el sistema sería capaz de mantener el 930% más del área total destinada a cultivos, por lo cual resulta aconsejable la utilización de agua del sistema de agua potable con fines de riego siempre y cuando se garantice su mantenimiento. Hay que considerar que El Zamorano y La Lima son dos zonas de vida distintas por lo cual la evapotranspiración es distinta, pero se está utilizando el dato del Zamorano debido a que este está ubicado en un clima más seco por lo cual la evapotranspiración será mayor a la de La Lima, por lo cual no se está subestimando la evapotranspiración. También de esta forma se tiene mayor seguridad, debido a que bajo las condiciones de La Lima la evapotranspiración será menor.

Existen varias personas que riegan, pero en la mayoría de los casos lo hacen de fuentes propias. En la mayoría existe la conciencia de que el agua del sistema no se debe emplear en el riego. Algunos plantearon la posibilidad de hacer horarios para el riego, pero esto es algo que se debe considerar con la comunidad.

Hay un uso de agua para el riego de los huertos que no se pudo cuantificar, ya que las señoras dueñas de casa, que son las encargadas de estas labores, no recordaron el tiempo que emplean para esta labor. Este uso de agua es poco, ya que en la comunidad la mayoría de los huertos son de plantaciones perennes como café, en los cuales no se emplea mucho riego.

---

<sup>7</sup> Estimado del promedio de la evapotranspiración en el valle del Zamorano

#### 4.5 COMPARACION DE LA DEMANDA Y LA DISPONIBILIDAD DE AGUA.

Con el análisis anterior se sabe que la demanda de agua promedio por persona es de 175 lt/día/persona con un intervalo de 232 lt/día/persona como máximo y 118 lt/día/persona como mínimo. Si estos resultados se llevan a lt/min se tiene que la demanda en la comunidad de la Lima es de 0.12 lt/min/persona con un intervalo de 0.16 lt/min/persona a 0.08 lt/min/persona.

Si se considera que el uso de agua esta concentrado en las horas del día, o sea un promedio de 8 horas, se tiene que la demanda de agua subiría a 0.36 lt/min/persona como promedio, con un intervalo entre 0.24 lt/min/persona y 0.48 lt/min/persona. Considerando que en La Lima viven actualmente 307 personas, como resultado la demanda de agua para la comunidad es de 110 lt/min, con un intervalo de 147 lt/min a 74 lt/min. Si proyectamos estos resultados se obtiene la Figura 30.

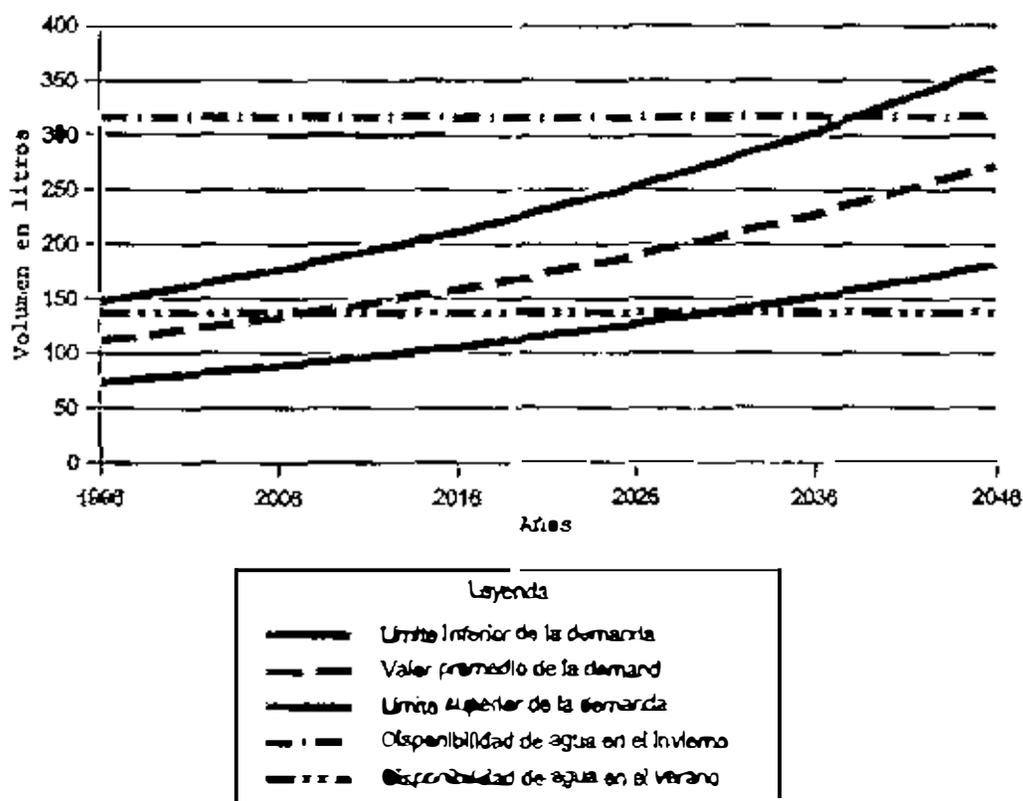


Figura 30. Proyección de la demanda de agua

Esta proyección muestra que el agua no es factor limitante si se maneja en forma adecuado el sistema de agua, ya que si bien es cierto que el limite superior supera la disponibilidad de agua en el verano, esto es considerando solo ocho horas de producción de la fuente por lo cual existen todavía otras 16 horas en las cuales el agua no se esta utilizando. Si el problema es el uso competitivo del agua para fines de riego, el sistema tiene la capacidad suficiente para proveer agua para ambas actividades. La demanda de agua podría superar en algunas horas la disponibilidad de agua, pero no puede causar un desabastecimiento de 15 días como los que se dan en la comunidad.

#### 4.6 PRINCIPALES CAUSAS DEL DESABASTECIMIENTO.

El principal problema encontrado en cuanto a la sostenibilidad del sistema de agua potable en la comunidad es la poca participación que existe por parte de la comunidad en la solución de sus problemas de desabastecimiento de agua. Se encontró que la responsabilidad del mantenimiento y operación del sistema ha recaído en una sola persona quien es la encargada de realizar todas las reparaciones que el sistema necesita.

En la comunidad no existe la conciencia de los beneficios del agua potable, por lo que las personas limitan su participación al pago de la cuota por el servicio de agua, pero como se ve en la Figura 31, el pago del servicio no se hace en una forma regular por parte de los pobladores de la comunidad.

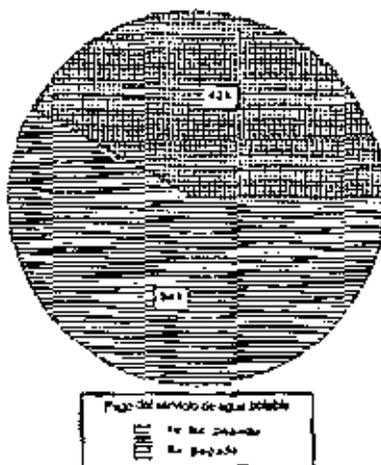


Figura 31. Porcentaje que ha pagado la cuota del agua.

Como se puede observar el 42% de las casas no han pagado su cuota de agua. En la mayoría de las casas en donde no se ha cancelado el pago de la cuota se debía a que no se ha diseñado ninguna mecanismo efectivo para el cobro de la misma.

Asumiendo el cobro del 100% de las casas se obtiene que la junta de agua estaría persiviendo alrededor de Lps 2000/año. Este dinero se debe emplear en la compra de partes para la reparación y mantenimiento del sistema. Actualmente también deben pagar Lps 25<sup>00</sup> mensuales a la municipalidad de Tatumbla por el uso del sistema de agua, este dinero también sale de estos fondos. Lo que se desconoce es si este dinero es suficiente para el automantenimiento del sistema debido a que no se tienen registros del número de fallas, ni de cuanto costó su reparación. Es por esto que se hace necesario el desarrollo de registros para en el futuro poder evaluar esto.

Al hablar con las personas sobre los problemas que se presentan con el sistema de agua, y si ellos estan en disposición de pagar más para asegurarse un adecuado abastecimiento de agua, se encontró que solo el 17% de las personas no están dispuestas a pagar más por el servicio, un 38% pagaría lo que la junta de agua disponga como cuota, 10% pagaría hasta Lps 4<sup>00</sup>, 27% pagaría hasta Lps 5<sup>00</sup>, 3% hasta Lps 6<sup>00</sup> y un 3% pagaría hasta Lps 10<sup>00</sup>. Según conversaciones con el señor Flores, el no cree que sea factible el aumento de la tarifa debido principalmente a que en muchos casos no concelan la tarifa actual que es de Lps 3<sup>00</sup>, por eso cree que no pagarian realmente otra tarifa mas alta. En la Figura 32 se muestra hasta donde las personas están dispuestas a pagar por un mejor servicio de agua.

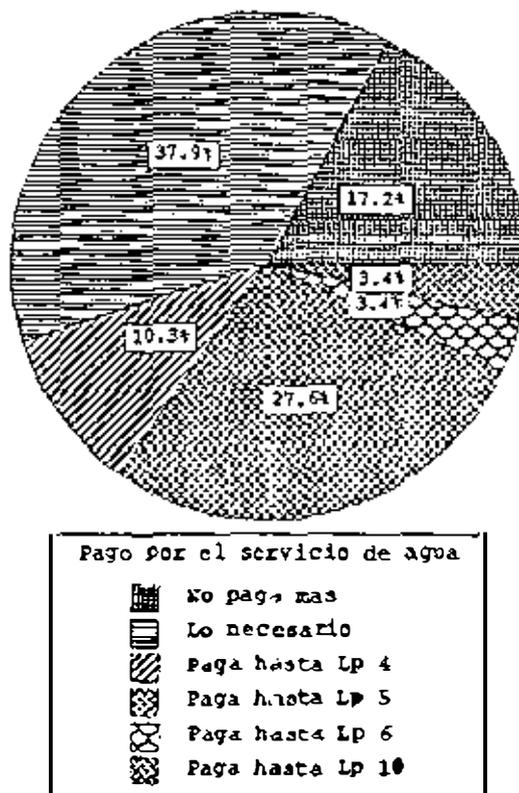


Figura 32. Voluntad de las personas por el pago del servicio de agua.

#### 4.6.1 Evaluación de la participación de la comunidad en el proyecto de agua.

Con las observaciones de campo y las conversaciones con personas de la comunidad se logró detectar que la comunidad ha tenido muy poca participación en el sistema de agua potable. La participación de la comunidad en la mayoría de los casos se ha limitado a la aportación de mano de obra al momento de la instalación. El mantenimiento actual del sistema recae en una sola persona, quien se encarga de realizar todas las reparaciones que el sistema necesite.

Esta poca participación de la comunidad se debe en gran medida a que el proyecto del agua potable no nació por una necesidad de la comunidad, sino debido a una oportunidad que el SANAA presentó a la población.

También en la mayoría de los casos las personas no conocen los costos y beneficios del proyecto. Esto se notó al hablar con personas que no estaban conectadas al sistema de agua, que daban como principal razón para no estar conectados, el tener su propia fuente de agua. La mayoría de estas fuentes de agua son superficiales, por lo cual permite más fácilmente la contaminación del agua, pero esto es algo que las personas no perciben o no le dan la importancia adecuada.

En la comunidad se presentan una gran cantidad de intereses por el agua del proyecto, se puede decir que en este punto es una comunidad bastante heterogénea, ya que los pobladores tienen diferentes intereses en cuanto al uso del agua. Este es un conflicto que se está viviendo actualmente, debido a que la propietaria del terreno donde está ubicada la pila de captación está reclamando su tierra argumentando que ella cedió el predio para que se aprovechara el agua con fines de abastecimiento doméstico y no para riego, pero como se vio anteriormente este no es el problema del sistema, siempre y cuando se maneje y mantenga el sistema.

Con respecto a la participación de las mujeres en el proyecto de agua, éste ha sido nulo y nunca se les considerado como parte interesada en resolver los problemas de la comunidad. Si se considera que es la mujer la que más utiliza el agua en sus labores, es lógico pensar que estarían más dispuestas a solucionar los problemas del sistema. En el Cuadro 9 se presenta un resumen de este análisis.

Cuadro 9. Resumen de la evaluación de la comunidad en el proyecto de agua.

Puntos evaluados	Evaluación
Iniciativa de la comunidad	NO
Conocimiento de los costos y beneficios del proyecto	NO
Comunidad homogénea	NO
Se ha hecho una capacitación de los miembros de la comunidad	NO
La comunidad oporta más que el trabajo físico y el pago de la cuota	NO
La comunidad ha fijado la tarifa	NO
Involucra a las mujeres	NO

Una razón por la cual no se ha dado una participación efectiva de la población puede ser la relativa abundancia de agua que existe en el área, ya que al no contar con agua del sistema les resulta fácil encontrar agua para sus necesidades. Algunas personas manifestaron que aunque tienen agua del sistema prefieren realizar algunas actividades en las quebradas que atraviezan la comunidad, actividades tales como el aseo personal y en varios casos el lavado de la ropa.

#### 4.6.2 Evaluación de los indicadores del funcionamiento de las organizaciones.

Como se vio anteriormente el proyecto no nació por una necesidad de la comunidad, esto ha hecho que las organización reponsable del proyecto este funcionando mal. Para comenzar la evaluación, se detecto que la organización no se esta reuniendo, lo cual hace pensar que tampoco hay una definición de responsabilidades. En este caso solo hay una persona responsable del sistema de agua. Esto ha creado una situación en la cual practicamente ha desaparecido la junta de agua, delegando toda la responsabilidad en una sola persona. En el Cuadro 10 se evaluan los indicadores del trabajo de las organizaciones.

Cuadro 1. Resumen de la evaluación de los indicadores de sostenibilidad de las organizaciones

Indicadores	Evaluación
Sean establecido responsabilidades	NO
La organización representa los intereses de la comunidad	NO
Cuenta con el apoyo de la comunidad	NO
Se siguen reuniendo	NO
Cobran el servicio	NO
Le dan mantenimiento al sistema	NO
Mantienen contacto con los usuarios	NO
Dan cuenta de la administración y gestión financiera	NO

#### 4.6.3 Evaluación de los indicadores del manejo del sistema de agua.

Como se vio anteriormente la cantidad de agua no es el factor limitante en la comunidad, sino la organización de la comunidad. Al hacer el análisis de los indicadores de sostenibilidad del manejo del sistema, se nota que de la capacidad de organización de la comunidad depende el manejo sostenible del sistema.

Con respecto a la fuente se puede decir que el agua sí es suficiente para las necesidades de la población. Según el estudio de la demanda y su comparación con la disponibilidad de agua, el agua es suficiente para poder mantener las actividades de uso doméstico y de riego, siempre que se puede organizar su uso por parte de la comunidad. El problema es que el servicio de agua no se ajusta a las necesidades o exigencias de la comunidad, ya que ellos esperan un servicio en el cual tengan agua más regularmente. Esto es lógico si se considera que el sistema de agua tiene un poco más de un año de construido y según los estudios del SANAA este proyecto debería brindar agua a la comunidad por un período mínimo de 20 años. Considerando la forma de manejo que se le está dando al sistema esto parece algo imposible de realizar, debido principalmente a la parte económica por la compra de partes para la reparación del sistema.

Con respecto a la calidad del agua del sistema, existe un cierto riesgo de contaminación del agua del sistema. Esta contaminación se puede dar por el ingreso de contaminantes a las pilas de captación puesto que no cuentan con una protección física adecuada. El cerco que rodea las pilas permite la entrada de animales los cuales podrian ser un foco de contaminación. Otra forma por la cual se puede contaminar el agua del sistema seria por alguna de las fallas que se dan en la tuberia. Al romperse un tubo puede permitir el ingreso de particulas contaminantes al interior del sistema. Pero si se compara este riesgo con el que se tiene al utilizar una fuente de agua distinta a la del sistema, esta es minima, debido a que para el aprovechamiento de las otras fuentes no existe ningun tipo de pila que evite la contaminación del agua. Por otro lado, estas fuentes son por lo general superficiales, y las que son de fuente subterránea permite el movimiento del agua por la superficie del suelo.

Como ya se mencionó, el factor mas determinante de la sostenibilidad del sistema es la parte económica. En este caso se sabe que casi el 42% de los usuarios del sistema no han pagado su cuota por el servicio del agua. En algunos casos las personas no quieren pagar la tarifa en un 100% debido a que no han contado con el servicio de agua en una forma constante. Aunque el 83% de las personas estan dispuestas a pagar mas por el servicio si este se mejora, no existe en la comunidad una conciencia real de los beneficios del proyecto. En el Cuadro 11 se presenta el resumen de esta evaluación.

Cuadro 11. Resumen de la evaluación de los indicadores del manejo del sistema de agua.

Indicadores	Evaluación
El agua alcanza para las necesidades de la comunidad	SI
El servicio se ajusta a las exigencias de los usuarios	NO
Se protegé adecuadamente la fuente contra contaminaciones	NO
Los usuarios pagan el servicio	NO

## V. CONCLUSIONES

- El sistema de agua potable de La Lima no nació como una necesidad de las personas.
- El agua no es factor limitante para la sostenibilidad del sistema ya que es superior a la demanda actual y futura de la comunidad. La fuente de agua dispone de suficiente agua para poder suplir la demanda de agua para uso doméstico y riego, siempre y cuando se ordene su utilización.
- La poca organización de la comunidad y la limitada conciencia de las personas, son los factores limitantes mas importante para poder lograr un manejo sostenible del sistema de agua. Al hacer la evaluación de los indicadores de sostenibilidad se detectó que en la comunidad no existe la organización suficiente para garantizar la sostenibilidad del sistema.
- La comunidad es poco homogénea debido a que son pocas las personas interesadas en participar en el mantenimiento y operación del sistema, ya que esto ha recaído en una sola persona, lo cual es otra amenaza para la sostenibilidad del sistema, debido a que se corre el riesgo de que esta persona pierda la motivación por continuar manteniendo y operando el mismo, y lo deje en abandono.
- No existe un mecanismo adecuado para el cobro de la tarifa de agua en la comunidad por lo cual el sistema no se esta autofinanciando.
- No hay relación entre el número de personas por casa con el consumo de agua, por lo cual no se puede usar este como un indicador del consumo de agua en la comunidad.
- El mayor componente de la demanda de agua en la comunidad es el uso directo del agua.

## VI RECOMENDACIONES

- Trabajar en la organización de la comunidad en cuanto al manejo y mantenimiento del sistema. Se debe tratar de organizar nuevamente la junta de agua, tratando de delegar responsabilidades y estableciendo claramente los estatutos o normas de la junta.
- Establecer mecanismos adecuados para el cobro de la cuota por el servicio de agua. Esto se puede hacer estableciendo nuevamente al tarifa, pero esta vez haciendolo por concenso de la comunidad. Despues se debe asignar a una persona la resposabilidad del cobro de la cuota de agua. Esta persona se debe encargar de cobrar la couta del agua, ya sea en forma mensual o bien anual, esto dependera de la comunidad.
- Dar capacitación en el manejo y operación del sistema. Esto se puede hacer por medio de charlas a las personas que se van a encargar de manejar el sistema. La capacitación debe estar orientada a la detección y reparación de fugas, el aforo de las fuentes de agua y en como poder motivar a la comunidad para que participe en una forma mas eficiente en el mantenimiento del sistema.
- Establecer un programa de monitoreo del sistema de agua. Aquí se debe vigilar principalmente las fugas de agua, funcionamiento y la calidad del agua.
- Hacer un estudio para determinar la calidad del agua en la comunidad. Esto se debe hacer para crear conciencia en la comunidad en cuanto a la calidad de agua del sistema. Por observación de campo se ha determinado que el agua que las personas utilizan de otras fuentes es de una calidad dudosa, ademas de que corre un mayor riesgo de contaminación.

- Establecer un sistema de registros del sistema de agua. Este formato de registros se debe de hacer con la comunidad, para de esta forma hacer que el formato sea de fácil manejo para ellos. La información que debe tener este formato debe ser principalmente las fugas, su duración, frecuencia y posibles causas. También se puede llevar registro de las personas que han pagado el servicio de agua, para poder de esta forma llevar un mejor control.
- Establecer un programa de monitoreo de las fuentes de producción de agua, para poder llevar un control del comportamiento de las mismas. Para esto se debe medir el caudal de la fuente, estas mediciones se deben hacer por lo menos dos veces al año, una en el verano y la otra en invierno. De esta forma se puede llevar un mejor control de la fuente.
- Involucrar más a las mujeres en el manejo del sistema, dandoles más participación en la junta de agua.

## VII BIBLIOGRAFIA.

- ARDON, M. 1995. Datos generales de la comunidad de La Lima. Proyecto IFPRI. Documento inedito.
- BENTALL, R. 1968. Metodos para la recopilación e interpretación de datos sobre aguas subterráneas. México D.F. 108 p.
- BERGERON, G; RODRIGUEZ, R; MENDOZA, F; ARDON, M. 1995. Proyecto IFPRI-Laderas: Análisis del censo de La Lima, F.M. Documento inedito.
- BIRGLECHNER, F; HOFELE, K; SCHULZ, L. 1994. El mecanismo de instalaciones especialidad en tecnicas de abastecimiento; Funcionamiento de redes de tuberías. San Jose, Costa Rica. 30 p
- BOCKELMANN; FREIBURG. 1993. Tarifas y cobertura de costo en proyectos de suministro y disposición de agua. material tecnico didactico. traducido por: Luz Arriaga de Herber. San Jose, Costa Rica. 9 p.
- BOURDETH, J.A. 1995. El colera en la historia de Honduras. Revista Medica de Honduras. Volumen 63, numero 2, Abril-juni. 1995. Tegucigalpa Honduras. p 83-85.
- CASLEY, D; KUMAR, K. 1990. Recopilación, análisis y uso de los datos de seguimiento y evaluación. Traducido del ingles por: Carmelo Saavedra Arce. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 176 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE REFERENCIA PARA ABASTECIMIENTO PUBLICO DE AGUA DE LA ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (CIR). 1983. Abastecimiento de Agua Mediante Fuentes Publicas: Manual de diseño. La Haya, Paises bajos. 76 p.

- CENTRO INTERNACIONAL DE REFERENCIA PARA ABASTECIMIENTO PUBLICO DE AGUA DE LA ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (CIR). 1988. Sistemas de abastecimiento de agua para Pequeñas Comunidades: Tecnología de Pequeños sistemas de Abastecimiento de Agua en Países en Desarrollo. Traducido al español y publicado por: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales (CEPIS). La Haya, Países Bajos.
- CORDOVA, B. 1995. Utilización de especies silvestres en la comunidad de La Lima, Tatumbla, Francisco Morazan, Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano" Honduras. 69 p.
- DARDER PERICAS, B; DARDER SEGUI, J. 1961. Investigación de aguas subterráneas. Segunda edición. Imprenta Hispano-Americana, S.A. Barcelona, España. p 207-260.
- DEUSTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ). 1989a. Indicadores de éxito; Aplicación de la PCEH en el ámbito del abastecimiento de agua y saneamiento, ¿ Como medir el avance y resultado de un proyecto. Serie PCEH. República federal de Alemania.
- DEUSTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ). 1989b. Instrumentos para la incorporar la PCEH en proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento. Serie PCEH. República Federal de Alemania. 100 p.
- DEUSTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ). 1989c. Participación comunitaria y educación en materia de higiene: Continuidad y uso efectivo, Argumentos en favor de la participación comunitaria y de educación en materia de higiene (PCEH) en el sector de abastecimiento de agua y saneamiento. Serie PCEH. República Federal de Alemania. 40 p.
- FAIR; KUN. 1994. Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales. Traducido por: Salvador Ayaraguí J. Revisado por: Armando Patiño Olivares. Volumen 1. Editorial Limusa. Mexico, Mexico. 547 p.
- HARSHEARGER, J. 1971. Seminario sobre las aguas subterráneas: Evaluación y explotación de los recursos en aguas subterráneas. Segunda impresión. Roma, Italia. 35 p.

- HOUSTON, C. 1971. Seminario de las aguas subterráneas: La influencia de algunos factores en la explotación de las aguas subterráneas y su uso en la agricultura. Roma, Italia. 18 p.
- HUEB, J. 1985. Control de fugas en los sistemas de distribución de agua potable. Traducido por: María Pérez de Gutierrez. Publicado por: Centro de Ingenieros Sanitarios y Ciencias del ambiente (CEPIS). Lima, Perú. 371 p.
- MARGAT, J. 1971. Seminario sobre las aguas subterráneas: Los embalses de agua subterránea, bases físicas para la utilización. Roma, Italia. 15 p.
- MINISTERIO DE SALUD PUBLICA. 1995. Perfil ocupacional del técnico de salud ambiental por áreas de acción: Área agua y saneamiento. Tegucigalpa, Honduras. 7 p.
- MINISTERIO DE SALUD PUBLICA. 1993. Proyecto: Dotación de agua segura para consumo humano. Tegucigalpa, Honduras.
- ORDÓÑEZ, G. 1993. Situación actual del sector agua y saneamiento de Honduras: Coberturas. Publicado por OMS y OPS. Tegucigalpa, Honduras. 31 p.
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO). 1981. Contaminación de las aguas subterráneas. Roma, Italia. 161 p.
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO). 1978. Las aguas subterráneas: El seminario de Granada. Roma, Italia. 297 p.
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 1988. Agua y salud humana. Lima, Perú.
- ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. 1972. Normas internacionales para el agua potable. Tercera edición. Ginebra, Suiza. 59 p.
- ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). 1990. Conferencia regional sobre abastecimiento y saneamiento: Uso eficiente u optimización de los servicios de agua potable. Puerto Rico. 10 p.

- ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). 1990. Conferencia regional sobre abastecimiento de agua y saneamiento: Evaluación del decenio de abastecimiento de agua potable y de saneamiento (1981-1990) en América Latina y el Caribe; Una perspectiva de los años 90 y mas allá. Puerto Rico. 33 p.
- ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). 1990. Conferencia regional sobre abastecimiento de agua y saneamiento: Políticas financieras y generación de recursos para el sector agua y saneamiento; Consideraciones para los años 90. Puerto Rico. 6 p.
- ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). 1995. Temas de actualidad: Celebración del día interamericano del agua; 7 de octubre de 1995.
- SECRETARIA DE PLANIFICACION Y PRESUPUESTO (SECPLAN); FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA (UNICEF). 1995. Análisis de situación de la infancia, mujer y juventud. Honduras. 131 p.
- SECRETARIA TECNICA DEL CONSEJO SUPERIOR DE PLANIFICACION ECONOMICA (CONSUPLANE). 1979. Plan nacional de desarrollo 1979-1983: Recursos Hidricos. Tegucigalpa, Honduras. 74 p.
- SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (SANA). sf. El sector agua y saneamiento en Honduras. Honduras. 26 p.
- SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS. 1982. Plan de adiestramiento: Desinfección del agua para consumo humano, control de su calidad. Tegucigalpa, Honduras. 349 p.
- SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS. 1989. Sistemas de adiestramiento y educacion: Muestreo de agua y análisis de agua para consumo humano. Tegucigalpa, Honduras. 312 p.
- TEBBUTT, T.H.Y. 1990. Principles of water quality control Fourth Edition, Pergamon Press.
- VEGA GUTIERREZ, J.D. 1977. Curso de uso y manejo del agua. Publicado por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Mexico. p 60-62.

WEHRLE, K. 1985. Abastecimiento Rural de agua y saneamiento básico: Aspectos Técnicos. Documento de trabajo. Publicado por: Centro Suizo de Tecnología apropiada. Universidad de Sankt-Gallen.

WHITAKER, H. 1993?. Promoviendo la participación de la comunidad en los proyectos de abastecimiento de agua: Una guía para trabajar con la mujer. Preparado para el programa UEBM-SANAA/UNICEF. Ediciones Zas. Tegucigalpa, Honduras. 46 p.

ZELADA, M. 1994. Estudio del impacto de las políticas orientadas a la modernización del sector agrícola: El caso de La Lima, Tatumbula, Francisco Morazán. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano", Honduras. 157 p.

SECRET  
OFFICE OF THE SECRETARY OF DEFENSE  
WASHINGTON, D.C. 20301-1500

# ANEXOS

## Anexo 1.

Encuesta para el cálculo de la demanda de agua.

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMUNIDAD DE LA LIMA, MUNICIPIO DE TATUMBIA.

ENCUESTA No. \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_

1-.Sexo M \_\_\_\_\_ F \_\_\_\_\_

2-.Número de personas que viven en la casa \_\_\_\_\_

3-.Que parentesco tiene usted con los dueños de la casa \_\_\_\_\_

## Agua

4-.Está conectado al sistema de agua de la comunidad

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Si no está conectado pase a la pregunta 66

5-.Desde cuándo está conectado al sistema \_\_\_\_\_

6-.Qué usos le da al agua del sistema

Beber \_\_\_\_\_ Lavar la ropa \_\_\_\_\_

Bañarse \_\_\_\_\_ Limpiar la casa \_\_\_\_\_

Cocinar \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

7-.Usa el agua del sistema para regar

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Si contesto si pasar a 25

8-.De dónde trae el agua \_\_\_\_\_

9-.Porqué no riega con el agua del sistema \_\_\_\_\_

Pasar a 11

10-.Como llega el agua a su parcela

De la llave \_\_\_\_\_

Conección directa al sistema \_\_\_\_\_

11-.Qué área esta regando \_\_\_\_\_ (Si no sabe exactamente hay que calcular)

12-.Qué cultivos esta regando \_\_\_\_\_

13-.Qué método de riego emplea

Aspersión \_\_\_\_\_ Pasar a 14

Gravedad \_\_\_\_\_ Pasar a 15

Baldes \_\_\_\_\_ Pasar a 16

Otros \_\_\_\_\_ Pasar a 21

(Calcular el caudal o volumen de las mangueras o de los recipientes \_\_\_\_\_)

14-.Cuántos aspersores tiene \_\_\_\_\_

Medir el caudal \_\_\_\_\_

15-.Cuántas horas riega en promedio en un día \_\_\_\_\_

Pasar a 21

16-.Cuántos baldes ocupa para regar \_\_\_\_\_

Medir volumen \_\_\_\_\_

17-.Dónde llena los baldes \_\_\_\_\_

18-.Cuántas horas riega en un día \_\_\_\_\_

Pasar a 21

19-.Como riega surco \_\_\_\_\_ Manguera \_\_\_\_\_

Medir la descarga \_\_\_\_\_

20-.Cuántas horas riega al día \_\_\_\_\_

21-.Cuántos días riega en el mes \_\_\_\_\_

22-.Cuántos meses en el año \_\_\_\_\_

23-.En que meses riega \_\_\_\_\_

24-.En que mes rego más \_\_\_\_\_

25-.Cuántas veces regó en ese mes \_\_\_\_\_

26-.Utiliza algún método de almacenamiento del agua para el riego

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si no almacena el agua pasar a la pregunta número 25

27-.Dónde lo almacena \_\_\_\_\_ (Medir el volumen de los recipientes)

28-.Cuántas veces llena y vacia los recipientes

En un día \_\_\_\_\_

En una semana \_\_\_\_\_

29-.Utiliza algún método de almacenamiento de agua para uso doméstica

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si contesto no pasar a 33

30-.Cuántas llaves tiene \_\_\_\_\_

31-.Cuáles recipientes

RECIPIENTE

VOLUMEN

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

(Ver los recipientes y calcular el volumen)

32-.Cuántas veces al día llena los recipientes \_\_\_\_\_

33-.Tiene pila para almacenar el agua Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Si contesto no pasar a 38

34-.Cuántas veces la llena en el día \_\_\_\_\_

Volumen \_\_\_\_\_

35-.Llena los recipientes de la pila

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

36-.Cuánta agua le queda en la pila por la tarde \_\_\_\_\_

37-.Que usos le da al agua que almacena \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

38-.Como realizán su aseo personal  
 En al Pila \_\_\_\_\_ Pasar a 44  
 En baño \_\_\_\_\_ Pasar a 39  
 Otro \_\_\_\_\_ Pasar a 44

39-.Su baño esta conectado al sistema de agua potable  
 SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
 Si contesto no pasar a 43

40-.Cuántas personas hacen uso de la regadera \_\_\_\_\_

41-.Cuántas veces al dia están usando la regadera \_\_\_\_\_

42-.Tiempo promedio que tarda una persona en bañarse \_\_\_\_\_  
 Medir el caudal \_\_\_\_\_

43-.De donde viene el agua de su baño \_\_\_\_\_  
 Pasar a 48

44-.Qué utiliza para echarse agua \_\_\_\_\_  
 Volumen \_\_\_\_\_

45-.Cuántas personas se bañan \_\_\_\_\_

46-.Cada cuánto \_\_\_\_\_

47-.Cuántos baldes en promedio utiliza para bañarse \_\_\_\_\_

48-.Tiene letrina Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Si contesto ue no pasar a 53

49-.Que tipo de letrina tiene \_\_\_\_\_

50-.Utiliza agua para lavar la letrina la letrina  
 Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Si contesto que no pasar a 53

51-.Cuántas veces lava la letrina \_\_\_\_\_  
 Volumen de recipiente \_\_\_\_\_

52-.De donde trae el agua para lavarla \_\_\_\_\_

53-.Para que utiliza el agua directamente de la llave

Actividad	Tiempo
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

54-.Tiene algún problema de fuga del agua

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Si contesto que no pasar a 57  
 Si contesto si calcular el caudal \_\_\_\_\_

55-.Desde cuándo tiene la fuga \_\_\_\_\_

56-.Ha tenido algún problema de abastecimiento de agua en su casas

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Si contesto que no pasar a 63

57-.Que tipo de problema tuvo \_\_\_\_\_

58-.Cuándo tuvo este problema \_\_\_\_\_

59-.Es frecuente este tipo de problema

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 Si contesto que no pasar a 61

60-.Qué tan frecuente es \_\_\_\_\_

61-.Como fue ese problema \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

62-.Qué cree que causó este problema \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

63-.Ha pagado su cuota mensual por el uso del agua

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

64-.Piensa que esta cuota es justa por el servicio de agua en la comunidad Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

65-.Hasta cuánto estaría dispuesto a pagar por el servicio

\_\_\_\_\_   
 Fin de la encuesta

66-.Porqué no esta conectado al sistema de agua \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

67-.De donde trae el agua que utiliza para sus labores \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

68-.Quiere conectarse al sistema de agua de la comunidad

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si contesto que no explicar porque \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

69-.Cuándo le gustaria conectarse al sistema \_\_\_\_\_

70-.Usaría el agua del sistema para riego

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si contesto que si pasar a 73

71-.Cuántas personas van ha vivir en su casa si se conecta al sistema de agua \_\_\_\_\_

72-.Cuánto estaria dispuesto a pagar para tener el agua en su casa \_\_\_\_\_

73-.Cuántas hectareas piensa regar si tuviera el agua \_\_\_\_\_