



Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente  
División de Salud y Ambiente  
Organización Panamericana de la Salud  
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la  
Organización Mundial de la Salud

## **GUÍA PARA LA VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**Ricardo Rojas**  
Asesor OPS/CEPIS

Con el auspicio de la



Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

Lima, 2002

OPS/CEPIS/PUB/02.79  
Original: inglés

# GUÍA PARA LA VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

*Ricardo Rojas*  
*Asesor OPS/CEPIS*



Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente  
División de Salud y Ambiente  
Organización Panamericana de la Salud  
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la  
Organización Mundial de la Salud

Lima, 2002

© Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2002

El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS) se reserva todos los derechos. El contenido de este documento puede ser reseñado, reproducido o traducido, total o parcialmente, sin autorización previa, a condición de que se especifique la fuente y de que no se use para fines comerciales.

OPS/CEPIS es una agencia especializada de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS).

Los Pinos 259, Lima, Perú  
Casilla de correo 4337, Lima 100, Perú  
Teléfono: (511) 437 1077  
Fax: (511) 437 8289  
[cepis@cepis.ops-oms.org](mailto:cepis@cepis.ops-oms.org)  
<http://www.cepis.ops-oms.org>

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>Presentación</b> .....	xiii
<b>1. Marco conceptual</b> .....	1
1.1 Introducción.....	1
1.1.1 Consideraciones generales .....	2
1.1.2 Naturaleza de la guía .....	3
1.1.3 Importancia de la calidad del agua para consumo humano .....	4
1.1.4 Efectos sobre la salud causados por agentes patógenos en el agua .....	4
1.1.5 Beneficios del control y la vigilancia de la calidad del agua .....	6
1.2 Antecedentes, situación actual y tendencias.....	6
1.3 Conceptos generales, principios y objetivos.....	7
1.3.1 Vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano .....	7
1.3.2 Control de la calidad del agua para consumo humano.....	8
1.3.3 Relación entre vigilancia sanitaria y control de la calidad del agua .....	9
1.4 Marco legal.....	10
1.5 Marco político institucional y responsabilidades.....	13
1.6 Metas y prioridades .....	14
1.7 Entes reguladores .....	15
1.8 Participación social.....	16
<b>2. Elementos de vigilancia y control</b> .....	17
2.1 Aspectos básicos .....	18
2.1.1 Evaluación fisicoquímica y microbiológica .....	18
2.1.2 Inspección sanitaria y operacional.....	26
2.1.3 Evaluación institucional.....	27
2.2 Aspectos de apoyo.....	27
2.2.1 Reglamentos y normas.....	27
2.2.2 Recursos.....	29
2.2.3 Capacitación.....	33
2.2.4 Educación sanitaria .....	34
2.2.5 Encuestas .....	36
2.3 Información .....	37
2.3.1 Aplicación de la información sobre vigilancia .....	37
2.3.2 Flujo de información.....	38
2.3.3 Procesamiento de información e informes .....	40
2.4 Sanciones.....	43
<b>3. Consideraciones metodológicas</b> .....	43
3.1 Consideraciones generales .....	43
3.1.1 Niveles de vigilancia y control.....	43
3.1.2 Alcances.....	47
3.1.3 Campos de actuación.....	48
3.2 Plan de vigilancia .....	50

3.2.1	Diagnóstico.....	50
3.2.2	El Plan.....	51
3.2.3	Alternativas de intervención.....	53
3.2.4	Inversiones.....	53
3.3	Control de la calidad del agua en el medio urbano.....	54
3.3.1	Planificación.....	54
3.3.2	Ejecución.....	54
3.3.3	Procesamiento de información y elaboración de informes.....	55
3.3.4	Acciones correctivas.....	56
3.3.5	Acciones preventivas.....	57
3.4	Control de la calidad del agua en el medio rural.....	57
3.4.1	Introducción.....	57
3.4.2	Evaluación de los servicios de abastecimiento de agua.....	58
3.5	Vigilancia.....	60
3.5.1	Generalidades.....	60
3.5.2	Validación de los datos.....	60
3.5.3	Auditoría.....	61
3.5.4	Evaluación epidemiológica.....	61
3.5.5	Manejo de la información, investigación y determinación de riesgos.....	61
3.5.6	Seguimiento y evolución.....	62
3.5.7	Reportes periódicos.....	62
<b>4.</b>	<b>Referencias.....</b>	<b>64</b>

#### **Lista de anexos**

Anexo 1	Frecuencias de muestreo e inspección sanitaria.....	67
Anexo 2	Información requerida para la planificación de un programa de control de la calidad del agua.....	73
Anexo 3	Participantes de los talleres y revisores.....	79

#### **Lista de cuadros**

Cuadro 1	Indicadores del servicio de abastecimiento de agua.....	22
Cuadro 2	Determinaciones analíticas recomendadas.....	23
Cuadro 3	Niveles propuestos sobre la base de la situación institucional del país o región.....	45
Cuadro 4	Actividades por nivel de intervención para la vigilancia o control del agua para consumo humano.....	45
Cuadro 5	Principales requisitos por niveles de intervención.....	46

#### **Anexo 1**

Cuadro 1	Frecuencias de muestreo en sistemas urbanos. Parámetros fisicoquímicos en la red de distribución.....	69
Cuadro 2	Frecuencias de muestreo en sistemas urbanos. Parámetros bacteriológicos en la red de distribución.....	69

Cuadro 3	Frecuencias de muestreo en sistemas urbanos. Parámetros fisicoquímicos A en las salidas de la planta de tratamiento, fuentes de agua subterránea y reservorios de servicio .....	69
Cuadro 4	Frecuencias de muestreo en sistemas urbanos. Parámetros fisicoquímicos B en las salidas de la planta de tratamiento, fuentes de agua subterránea y reservorios de servicio .....	70
Cuadro 5	Frecuencias de muestreo en los sistemas urbanos. Parámetros bacteriológicos en las salidas de la planta de tratamiento, fuentes de agua subterránea y reservorios de servicio .....	70
Cuadro 6	Frecuencias de muestreo en sistemas rurales y urbano-marginales .....	71
Cuadro 7	Frecuencia de inspecciones sanitarias en la planta de tratamiento y componentes .....	71

## **Anexo 2**

Cuadro 1	Información de ingreso. Componentes .....	75
Cuadro 2	Zonas de abastecimiento .....	76
Cuadro 3	Normas de calidad del agua (límites y excepciones).....	76
Cuadro 4	Formato de toma de muestras. Red de distribución.....	77
Cuadro 5	Formato de toma de muestras. Componentes .....	77
Cuadro 6	Formato de toma de muestras. Fuentes y plantas de tratamiento.....	78

## **Lista de figuras**

Figura 1	Interrelación entre el control y la vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano .....	12
Figura 2	Componentes de un programa de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano .....	19
Figura 3	Ejemplo de la capacidad analítica de los laboratorios del sistema de vigilancia	32
Figura 4	Uso de la información de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.....	39
Figura 5	Flujo de información para el abastecedor .....	41
Figura 6	Vigilancia del flujo de información sobre la calidad de los servicios de abastecimiento de agua .....	42
Figura 7	Procesamiento de la información.....	57

## **APÉNDICES**

<b>Apéndice A</b>	<b>Plan Nacional de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. "El País" .....</b>	<b>83</b>
<b>Introducción</b>	.....	<b>88</b>
<b>Capítulo I</b>	.....	<b>89</b>
<b>1.</b>	<b>Justificación y diagnóstico .....</b>	<b>89</b>
1.1	El País.....	89
1.2	Distribución de centros poblados .....	89

1.3	Crecimiento poblacional.....	89
1.4	Situación de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento.....	89
<b>2.</b>	<b>Estado de salud de la población .....</b>	<b>92</b>
2.1	Indicadores .....	92
2.2	Atención prestada por el sector salud .....	92
2.3	Importancia relativa de las enfermedades transmisibles.....	92
<b>3.</b>	<b>La medicina preventiva en El País .....</b>	<b>93</b>
3.1	Programas de salud.....	93
3.2	Inversiones.....	93
3.3	Salud pública .....	96
<b>4.</b>	<b>Prevención de enfermedades por medio del abastecimiento del agua segura.....</b>	<b>99</b>
4.1	Impacto del abastecimiento de agua en la disminución de enfermedades.....	99
<b>5.</b>	<b>Vigilancia .....</b>	<b>102</b>
5.1	Vigilancia del abastecimiento de agua.....	102
5.2	Vigilancia en El País .....	103
<b>6.</b>	<b>Marco legal y organizacional.....</b>	<b>104</b>
<b>Capítulo II.....</b>		<b>105</b>
<b>7.</b>	<b>El Plan de Vigilancia de la Calidad del Agua .....</b>	<b>105</b>
7.1	Generalidades .....	105
7.2	Objetivos del Plan de Vigilancia .....	105
7.3	Políticas y estrategias .....	106
7.4	Campos de acción .....	106
7.5	Alcances.....	107
7.6	Resultados esperados.....	108
7.7	Lineamientos básicos del Plan.....	110
7.8	Programas de vigilancia y control.....	114
7.9	Programas operativos.....	115
7.10	Programas de apoyo.....	116
7.11	Alternativas para la implementación de la vigilancia a nivel nacional.....	119
<b>Capítulo III .....</b>		<b>121</b>
<b>8.</b>	<b>Inversión y costos de ejecución de la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano y de los servicios de abastecimiento de agua .....</b>	<b>121</b>
8.1	Criterios para determinar los costos básicos .....	121
8.2	Costo del programa.....	129
8.3	Alternativa recomendada .....	137

<b>9.</b>	<b>Origen y aplicación de los recursos financieros .....</b>	<b>137</b>
9.1	Fuentes de los fondos.....	143
9.2	Uso de los fondos .....	143
9.3	Ejecución del Plan de Vigilancia .....	143
9.4	Etapas de ejecución del Plan .....	146

### Lista de cuadros

Cuadro 1	Población total de El País por área urbana y rural y centros poblados .....	90
Cuadro 2	Crecimiento poblacional de El País .....	90
Cuadro 3	Proyección de centros poblados de El País.....	91
Cuadro 4	Población total y cobertura de los servicios por abastecimiento de agua y saneamiento en el año 2000.....	91
Cuadro 5	Enfermedades transmisibles más importantes en El País .....	93
Cuadro 6	Incidencia e importancia relativa de las primeras 10 enfermedades transmisibles en El País (1997-1999) .....	94
Cuadro 7	Enfermedades transmisibles por estados de El País, 1999 .....	95
Cuadro 8	Inversiones del sector salud y vivienda en el control de enfermedades .....	96
Cuadro 9	Incidencia de enfermedades transmisibles en El País (1999).....	97
Cuadro 10	Impacto de los medios de control en la salud humana.....	99
Cuadro 11	Influencia del agua en la salud humana .....	100
Cuadro 12	Reducción estimada de enfermedades por el adecuado abastecimiento de agua (África del Este).....	101
Cuadro 13	Reducción estimada de enfermedades transmisibles por acciones de control del ambiente y otros .....	102
Cuadro 14	Determinaciones analíticas establecidas en la norma de calidad.....	110
Cuadro 15	Número de determinaciones por nivel de localidad.....	112
Cuadro 16	Determinaciones analíticas por nivel de vigilancia .....	113
Cuadro 17	Frecuencia del muestreo bacteriológico por niveles .....	113
Cuadro 18	Frecuencia del muestreo fisicoquímico por niveles.....	114
Cuadro 19	Frecuencia de inspecciones sanitarias por niveles.....	114
Cuadro 20	Situación de los programas de control de la calidad del agua y alternativas para futuras intervenciones .....	120
Cuadro 21	Costo por toma de muestra .....	121
Cuadro 22	Número de inspecciones sanitarias por día y por hombre .....	122
Cuadro 23	Costo de las determinaciones por nivel de laboratorio .....	122
Cuadro 24	Determinaciones y costo por análisis fisicoquímico y bacteriológico.....	123
Cuadro 25	Costo de las determinaciones por tamaño de localidad y por año .....	124
Cuadro 26	Costo de análisis por año y por nivel de localidad.....	125
Cuadro 27	Costo de equipamiento de laboratorios .....	127
Cuadro 28	Costo de personal.....	127
Cuadro 29	Costo de equipamiento de laboratorios por nivel de intervención.....	128
Cuadro 30	Costo de vehículos.....	129
Cuadro 31	Proyección de la población que será beneficiada con servicios de abastecimiento de agua .....	130
Cuadro 32	Proyección de centros poblados con servicios de abastecimiento de agua .....	130
Cuadro 33	Número de localidades, componentes por localidades y total de componentes, año 2001 .....	131



Cuadro 34	Número de muestras que serán obtenidas para el control de la calidad del agua, año 2001.....	132
Cuadro 35	Número de inspecciones sanitarias, año 2001.....	133
Cuadro 36	Porcentaje de participación de las instituciones en las actividades de control de la calidad del agua para consumo humano .....	134
Cuadro 37	Porcentaje de participación del órgano de vigilancia por línea de acción.....	134
Cuadro 38	Costo total del Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua (2001–2010).....	135
Cuadro 39	Resumen de inversión para implementar el Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2001–2010 (expresado en US\$) .....	136
Cuadro 40	Resumen de la inversión para implementar el Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2001-2010 (expresado en porcentaje) .....	136
Cuadro 41	Resumen de la inversión para implementar el Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2001-2010 – Medio urbano .....	137
Cuadro 42	Costo de análisis por año y según alternativas .....	138
Cuadro 43	Costo de inspecciones sanitarias por año y según alternativas.....	139
Cuadro 44	Costo de muestreo por año y según alternativas .....	140
Cuadro 45	Costo de implementar el control de calidad, 2001-2010.....	141
Cuadro 46	Costo por vigilancia de calidad, 2001-2010 .....	142
Cuadro 47	Funciones de la autoridad sanitaria .....	145
Cuadro 48	Funciones de la oficina de vigilancia de la calidad del agua a nivel regional.....	146
<b>Apéndice B</b>	<b>Control de la calidad del agua para consumo humano en localidades urbanas. Empresa SEDACUSCO; ciudad de Cuzco, Perú.....</b>	<b>149</b>
<b>1.</b>	<b>Antecedentes.....</b>	<b>155</b>
<b>2.</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>155</b>
<b>3.</b>	<b>Justificación.....</b>	<b>156</b>
<b>4.</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>157</b>
	4.1 Objetivo general.....	157
	4.2 Objetivos específicos .....	157
<b>5.</b>	<b>Estrategia.....</b>	<b>157</b>
<b>6.</b>	<b>Indicadores .....</b>	<b>158</b>
	6.1 Calidad del agua.....	158
	6.2 Calidad del servicio .....	159
	6.3 Estado de conservación de los componentes del servicio de abastecimiento.....	159
<b>7.</b>	<b>Procedimiento metodológico .....</b>	<b>159</b>
	7.1 Consideraciones previas.....	159
	7.2 Planificación y ejecución .....	162
	7.3 Aseguramiento de la calidad de datos .....	164

## Lista de anexos

<b>Anexo 1</b>	<b>Responsabilidades .....</b>	<b>165</b>
<b>Anexo 2</b>	<b>Parámetros y frecuencias de muestreo para el control de la calidad del agua para consumo humano en la ciudad del Cuzco.....</b>	<b>169</b>
1.	Introducción.....	171
2.	Requisitos físicos, químicos y bacteriológicos y frecuencia de muestreo.....	171
3.	Cloro residual.....	171
<b>Anexo 3</b>	<b>Componentes del sistema de abastecimiento de agua.....</b>	<b>173</b>
<b>Anexo 4</b>	<b>Toma de muestras y preservación .....</b>	<b>179</b>
1.	Introducción.....	181
2.	Recipientes y volúmenes.....	182
3.	Selección de puntos de muestreo en la red.....	182
4.	Recolección de muestras.....	185
5.	Preservación .....	187
6.	Identificación.....	188
7.	Embalaje y transporte .....	188
8.	Métodos de muestreo.....	190
<b>Anexo 5</b>	<b>Programa de capacitación.....</b>	<b>193</b>
<b>Anexo 6</b>	<b>Zonas de abastecimiento.....</b>	<b>197</b>
<b>Anexo 7</b>	<b>Número de muestras .....</b>	<b>201</b>
1.	Alcances.....	203
2.	Número de muestras y frecuencia .....	203
3.	Costo.....	205
<b>Anexo 8</b>	<b>Formularios empleados en la recolección de información.....</b>	<b>207</b>
<b>Anexo 9</b>	<b>Aseguramiento de la calidad de datos .....</b>	<b>211</b>
1.	Introducción.....	213
2.	Número de evaluaciones ejecutadas (1).....	213
3.	Consistencia de los resultados (2) .....	213
4.	Número de supervisiones directas (3) .....	214
5.	Número de verificaciones ejecutadas en el campo (4) .....	214
6.	Calidad del trabajo de campo (5) .....	214

## Lista de cuadros

### Anexo 2

Cuadro 1	Determinaciones analíticas y número de muestras por año .....	171
Cuadro 2	Determinación de cloro residual.....	171

### Anexo 3

Cuadro 1	Plantas de tratamiento.....	175
Cuadro 2	Fuentes superficiales.....	175
Cuadro 3	Fuentes subterráneas. Pozos .....	175
Cuadro 4	Fuentes subterráneas. Galerías .....	175
Cuadro 5	Fuentes subterráneas. Manantiales .....	175
Cuadro 6	Componentes. Reservorios matrices .....	176
Cuadro 7	Componentes. Reservorios de distribución.....	176
Cuadro 8	Componentes. Estaciones de bombeo.....	177
Cuadro 9	Componentes. Cisternas .....	177
Cuadro 10	Componentes. Reductoras de presión.....	177

### Anexo 4

Cuadro 1	Recipientes y tipo de preservantes por grupo de determinaciones.....	188
Cuadro 2	Formulario para toma de muestras de agua y evaluación de la calidad del servicio. Red de distribución.....	189

### Anexo 6

Cuadro 1	Características de las zonas de abastecimiento, SEDACUSCO.....	199
----------	--	-----

### Anexo 7

Cuadro 1	Número de determinaciones analíticas en el año, SEDACUSCO .....	204
Cuadro 2	Número de determinaciones de cloro residual en el año, SEDACUSCO.....	204
Cuadro 3	Costo por determinaciones analíticas .....	205

### Anexo 8

Cuadro 1	Red de distribución.....	209
Cuadro 2	Componentes .....	209
Cuadro 3	Planta de tratamiento .....	210

### Anexo 9

Formulario	E-1 Aseguramiento de la calidad de datos .....	216
------------	--	-----

## Lista de figuras

### Anexo 4

Figura 1	Puntos de muestreo en sistemas de distribución del tipo abierto .....	183
Figura 2	Puntos de muestreo en sistemas de distribución del tipo cerrado .....	184
Figura 3	Puntos de muestreo en sistemas de distribución del tipo mixto.....	184

<b>Apéndice C</b>	<b>Vigilancia de la calidad de los servicios rurales de abastecimiento de agua. Área rural de la provincia del Cuzco, Perú .....</b>	<b>217</b>
<b>1.</b>	<b>Antecedentes.....</b>	<b>223</b>
<b>2.</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>223</b>
<b>3.</b>	<b>Justificación.....</b>	<b>224</b>
<b>4.</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>225</b>
	4.1 Objetivo general.....	225
	4.2 Objetivos específicos .....	225
<b>5.</b>	<b>Estrategia.....</b>	<b>226</b>
<b>6.</b>	<b>Indicadores .....</b>	<b>226</b>
	6.1 Calidad del agua.....	227
	6.2 Calidad del servicio .....	227
	6.3 Estado de conservación de los componentes del servicio de abastecimiento.....	228
	6.4 Hábitos de higiene .....	228
	6.5 Gestión de los servicios de abastecimiento .....	229
	6.6 Enfermedades diarreicas e infecciones de la piel.....	229
	6.7 Calificación del servicio .....	230
<b>7.</b>	<b>Procedimiento metodológico .....</b>	<b>230</b>
	7.1 Consideraciones previas.....	230
	7.2 Planificación y ejecución .....	233
	7.3 Aseguramiento de la calidad de datos .....	234
<b>8.</b>	<b>Referencias .....</b>	<b>235</b>

## Lista de anexos

<b>Anexo 1</b>	<b>Responsabilidades .....</b>	<b>237</b>
<b>Anexo 2</b>	<b>Implementación y complementación de laboratorios .....</b>	<b>241</b>
<b>Anexo 3</b>	<b>Parámetros y frecuencias de muestreo .....</b>	<b>245</b>
	1. Introducción.....	247
	2. Requisitos físicos, químicos y bacteriológicos .....	247

3.	Frecuencia de muestreo .....	247
4.	Cloro residual.....	247
5.	Calidad del servicio de abastecimiento de agua .....	249
<b>Anexo 4</b>	<b>Evaluación del servicio de abastecimiento de agua (Formularios varios e instructivas para su llenado).....</b>	<b>251</b>
<b>Anexo 5</b>	<b>Toma de muestras, preservación y reporte de resultados .....</b>	<b>275</b>
1.	Introducción.....	277
2.	Recipientes y volúmenes.....	278
3.	Selección de puntos de muestreo en la red.....	280
4.	Recolección de muestras.....	283
5.	Identificación.....	287
6.	Preservación .....	287
7.	Embalaje y transporte .....	288
8.	Reporte de resultados.....	288
<b>Anexo 6</b>	<b>Programa de capacitación.....</b>	<b>291</b>
<b>Anexo 7</b>	<b>Flujo de información .....</b>	<b>295</b>
1.	Introducción.....	297
2.	Reporte de resultados.....	297
3.	Planificación.....	298
4.	Flujo de información.....	298
5.	Notificación y seguimiento.....	300
<b>Anexo 8</b>	<b>Localidades incluidas en la evaluación.....</b>	<b>307</b>
<b>Anexo 9</b>	<b>Determinación del número de muestras .....</b>	<b>315</b>
1.	Alcances.....	317
2.	Esquema de trabajo.....	317
3.	Número de muestras y frecuencia .....	317
4.	Cronograma de vigilancia de sistemas de agua (203 sistemas construidos por DIGESA-COSUDE) .....	318
5.	Presupuesto .....	319
<b>Anexo 10</b>	<b>Acta de inspección sanitaria .....</b>	<b>327</b>
<b>Anexo 11</b>	<b>Aseguramiento de la calidad de datos .....</b>	<b>331</b>
1.	Introducción.....	333
2.	Número de evaluaciones ejecutadas (1).....	333
3.	Consistencia de los resultados (2) .....	333
4.	Número de supervisiones directas (3) .....	334
5.	Número de verificaciones ejecutadas en el campo (4) .....	334
6.	Calidad del trabajo de campo (5) .....	334

## Lista de cuadros

### Anexo 2

Cuadro 1	Implementación y complementación de laboratorios .....	243
----------	--	-----

### Anexo 3

Cuadro 1	Parámetros bacteriológicos.....	247
Cuadro 2	Parámetros que afectan la salud .....	248
Cuadro 3	Parámetros que afectan la aceptabilidad del agua .....	248
Cuadro 4	Frecuencia de muestreo (en la planta de tratamiento, fuentes de agua subterránea y reservorios de servicio).....	249
Cuadro 5	Frecuencia de muestreo (en la red de distribución) .....	249
Cuadro 6	Frecuencia de evaluación.....	250

### Anexo 4

Formulario M-1	Formulario de registro de la comunidad.....	254
Formulario M-2	Formulario para evaluar la gestión y la cobertura .....	255
Formulario M-3	Formulario para evaluar el estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua.....	256
Formulario M-4	Formulario para toma de muestras de agua y evaluación de la calidad del servicio.....	259
Formulario M-5	Formulario para verificar los hábitos de higiene y la presencia de enfermedades en la comunidad.....	260
Formulario M-6	Formulario para verificar los hábitos de higiene de la población escolar .....	262

### Anexo 5

Cuadro 1	Recipientes y tipos de preservantes por grupo de determinaciones .....	287
Formulario L-1	Reporte de análisis en muestras de agua .....	289
Formulario L-2	Reporte de análisis fisicoquímico en muestras de agua.....	290

### Anexo 7

Formulario N-1	Carta - Ref: Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano .....	302
Formulario N-2	Carta - Ref: Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano .....	303
Formulario S-1	Resumen de actividades realizadas durante el trimestre.....	304
Formulario S-2	Resumen de actividades realizadas durante el trimestre.....	305

### Anexo 8

Cuadro 1	Sistema de abastecimiento de agua, proyecto SANBASUR.....	309
----------	---	-----

## **Anexo 9**

Cuadro 1	Análisis que se requieren en los tres años previstos para el control y la vigilancia de la calidad del agua .....	318
Cuadro 2	Cronograma de actividades .....	318
Cuadro 3	Costo del análisis.....	319
Cuadro 4	Plan de muestreo para la vigilancia de la calidad del agua. Administraciones y sistemas de abastecimiento de agua. Proyecto SANBASUR (2001) .....	321
Cuadro 5	Resumen de los sistemas de abastecimiento de agua. Proyecto SANBASUR. Subterráneo y superficial.....	322
Cuadro 6	Número de muestras para análisis fisicoquímico subterráneo, 2001 .....	323
Cuadro 7	Número de muestras para análisis fisicoquímico superficial, 2001 .....	323
Cuadro 8	Número de muestras para análisis de cloro residual subterráneo, 2001.....	324
Cuadro 9	Número de muestras para análisis de cloro residual superficial, 2001 .....	324
Cuadro 10	Proyecciones.....	325

## **Anexo 10**

Formulario	Acta de inspección sanitaria del sistema .....	329
------------	--	-----

## **Anexo 11**

Formulario E-1	Aseguramiento de la calidad de datos .....	336
----------------	--	-----

## **Lista de figuras**

### **Anexo 5**

Figura 1	Criterio de decisión para la ejecución del análisis de coliformes .....	278
Figura 2	Frasco de muestreo.....	279
Figura 3	Puntos de muestreo en sistemas de distribución abiertos.....	281
Figura 4	Puntos de muestreo en sistemas de distribución cerrados.....	282
Figura 5	Puntos de muestreo en sistemas de distribución mixtos .....	282

### **Anexo 7**

Figura 1	Flujo de información. Vigilancia de la calidad de los servicios de abastecimiento de agua .....	299
----------	---	-----

### **Anexo 9**

Figura 1	Plan de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Proyecto SANBASUR .....	320
----------	--	-----

## PRESENTACIÓN

La presente *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano* es el resultado de un acuerdo cooperativo entre la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA), en cumplimiento de una actividad relacionada con el Plan de Mejoramiento de la Calidad del Agua en América Latina y el Caribe.

La entidad responsable de su desarrollo fue el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS), y el coordinador general y funcionario responsable del proyecto fue el ingeniero Felipe Solsona, asesor en Calidad de Aguas. Su contraparte en la USEPA fue el doctor Fred Hauchmann.

La producción del documento siguió un proceso que comenzó por la realización de dos talleres en donde expertos internacionales en el tema de calidad del agua para consumo humano se dieron cita para delinear el contenido y alcance del mismo. El detalle de los talleres y los participantes se presentan en el anexo 1.

Basado en los lineamientos derivados de ambos talleres, el ingeniero Ricardo Rojas, reconocido experto en calidad de aguas y asesor de la OPS/CEPIS, desarrolló el documento, el que una vez finalizado fue distribuido a una serie de revisores internacionales para su evaluación. Los nombres, países de residencia y entidad a la que pertenecen figuran también en el anexo 1. Con el análisis de las críticas y la incorporación de las sugerencias obtenidas del ejercicio, se arribó a la presente versión.

Paralelamente se prepararon y desarrollaron tres estudios de caso como complementos didácticos a la obra, presentados como apéndices.

El primer estudio de caso es un plan para el nivel nacional (Plan de Vigilancia y Control), con datos recolectados de varios países que colaboraron con el aporte de información y que fueron consolidados en una imaginaria nación, a la que se denominó "El País".

El segundo estudio de caso fue preparado para el nivel urbano y se tomó a la ciudad de Cuzco en el Perú como ejemplo, para lo que se contó con el apoyo de la empresa de aguas de esa ciudad.

El tercer caso fue para el nivel rural, en donde se trabajó con los municipios rurales de la región de Cuzco y se contó para ello con el aporte de SANBASUR, una agencia peruana patrocinada por la Cooperación Internacional Suiza.

La OPS/OMS y la USEPA agradecen a todos los que de una forma u otra hicieron posible este documento.





## **1. Marco conceptual**

### ***1.1 Introducción***

La *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano* explica la manera de planificar programas de vigilancia y control de la calidad del agua, define los criterios a tener en cuenta para concretar el nivel de intervención, indica los alcances que debe tener la legislación, reglamentación, políticas y gestión básica, e identifica las principales labores de apoyo para la adecuada planificación de futuras intervenciones de vigilancia y control.

La Guía plantea esquemas de intervención basados en experiencias exitosas e información científica reciente. Los procedimientos que se recomiendan toman en cuenta un amplio espectro de implementación que va desde el nivel básico hasta el nivel avanzado. Los procedimientos descritos, que pueden servir de referencia para elaborar normas directivas, programas o algún otro tipo de condición, deberán ser aplicados cuidadosamente teniendo en cuenta la vulnerabilidad sanitaria de la comunidad, la disponibilidad de recursos humanos, materiales y económicos, la situación institucional (pública o privada) y la capacidad de las empresas o entidades abastecedoras de agua y de la institución responsable de la vigilancia a nivel nacional y local, así como la legislación sanitaria vigente. Independientemente de lo expresado anteriormente, en la presente guía se han enfatizado algunos procedimientos elementales de vigilancia y control que son indispensables para garantizar la inocuidad del agua para consumo humano.

Durante la etapa de implementación de la vigilancia y el control del agua, no es obligatorio establecer un mismo nivel de intervención para el país, región o departamento. La autoridad de salud o el ente regulador podrá definir el nivel de vigilancia y control local más conveniente, teniendo presente la capacidad instalada de los laboratorios de la institución que realiza la vigilancia y la del abastecedor, a fin de no malgastar innecesariamente los recursos económicos disponibles al exigirse altos niveles de vigilancia y control cuando las instituciones responsables de esta labor no están en condiciones de realizarlo. Usualmente, cuando se excede la capacidad de esas instituciones, los programas no se implementan.

Los países que elaboren directivas o normas para ejecutar la vigilancia y el control del agua deberían evaluar cuidadosamente los costos y beneficios que ellos representan a fin de establecer prioridades, lo cual debe hacerse en función de los posibles efectos sobre la salud del ser humano.

Finalmente, en los países en vías de desarrollo, en donde las enfermedades transmisibles son un problema de salud pública, la vigilancia debe estar dirigida a determinar las mejoras en la calidad bacteriológica del agua para consumo humano, a minimizar los factores de riesgo que conduce al deterioro de la calidad del agua en el sistema de distribución y al mejoramiento o modernización de las prácticas de operación, mantenimiento, diseño y construcción de los sistemas de abastecimiento de agua.

### 1.1.1 Consideraciones generales

El principal objetivo de la *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano* es la definición de las estrategias que puedan hacer posible la detección, predicción y prevención de la contaminación del agua de bebida con el fin de minimizar la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua. Esta guía, conjuntamente con las *Guías para la calidad del agua potable* de la Organización Mundial de la Salud (OMS), está dirigida a las personas que trabajan en la protección de la salud pública y en la elaboración de directivas, normas, planes o programas nacionales, regionales o locales sobre el tema, así como a las personas e instituciones vinculadas o comprometidas con el servicio de abastecimiento de agua.

Siendo el agua indispensable para la vida, es necesario que los consumidores dispongan de un abastecimiento de agua satisfactorio, por lo que el abastecedor debe realizar el mayor esfuerzo posible para suministrar agua de la mejor calidad de acuerdo con las circunstancias. Por ello, la primera línea de defensa es la evaluación de la calidad física, química y microbiológica del agua suministrada a través de la realización de determinaciones analíticas y la vigilancia y el control de los procesos de tratamiento.

La vigilancia y el control de la calidad microbiológica del agua para consumo humano deben ser actividades rutinarias y de primordial importancia. Se reconoce que los mayores riesgos de enfermedades causadas por microorganismos patógenos están relacionados con la ingestión de agua contaminada con heces humanas o de animales. Sin embargo, esos riesgos no pueden eliminarse por completo porque esas enfermedades también pueden difundirse por contacto personal, aerosoles y alimentos. La importancia de la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano es que la inocuidad del agua abastecida reducirá la posibilidad de difusión de las enfermedades por las vías antes indicadas, al facilitar prácticas de higiene personal y doméstica.

El riesgo que representa a la salud la presencia de sustancias químicas es distinto al que suponen los contaminantes microbiológicos porque, por lo general, estos últimos tienen efectos más agudos. De otra parte, son pocas las sustancias químicas que, en las concentraciones que normalmente pueden detectarse en el agua contaminada, causan problemas a la salud con efectos inmediatos, ya que normalmente éstos se manifiestan tras largos períodos de exposición, por lo que las sustancias químicas que revisten especial importancia están representados por los contaminantes acumulativos. Por eso se afirma que la vigilancia y el control de los contaminantes químicos tienen importancia secundaria cuando el agua está contaminada por microorganismos.

El empleo de desinfectantes químicos es de gran importancia en lo que respecta a la conservación de la calidad microbiológica del agua. No obstante, pueden formar productos químicos secundarios peligrosos para la salud, pero el riesgo es extremadamente pequeño en comparación con los que supone una desinfección inadecuada o deficiente.

Otro factor de gran relevancia es la evaluación de las características organolépticas del agua, es decir, aquellas que pueden ser detectadas por los sentidos de los consumidores, tales como la turbiedad, el color, el olor y el sabor. Este aspecto es esencial porque puede ser motivo de rechazo del agua suministrada y conducir al empleo de otra fuente alternativa de abastecimiento de agua no controlado. Sin embargo, se reconoce que la ausencia de efectos sensoriales no necesariamente garantiza la inocuidad el agua para el consumo humano.

De otra parte, la inspección sanitaria hace posible la detección de condiciones o situaciones que aumentan el riesgo de contaminación del agua y que no siempre pueden ser determinados por los análisis rutinarios, a menos que la contaminación esté ocurriendo en el momento del muestreo. La inspección sanitaria se realiza a través de la apreciación sensorial de las condiciones físicas de las instalaciones de los sistemas de producción, almacenamiento y distribución del agua, principalmente de las partes mas vulnerables y vinculadas a la conservación de la calidad del agua, lo que permite la identificación de las deficiencias estructurales u operativas en el sistema de abastecimiento. La inspección sanitaria se compone de: (a) evaluación de las condiciones físicas; (b) evaluación del nivel de higiene y (c) evaluación de las prácticas de operación. Las condiciones físicas están relacionadas con la seguridad contra la contaminación que ofrecen los distintos componentes del sistema; el nivel de higiene está relacionado con el orden y la limpieza de la instalación y sus alrededores; y las prácticas de operación con los procedimientos funcionales de los diferentes procesos productivos y de distribución del sistema de abastecimiento de agua.

### *1.1.2 Naturaleza de la guía*

Es importante reiterar que esta guía recomienda lineamientos que facilitan la elaboración de planes de vigilancia y control y ayuda a identificar los programas necesarios para efectuar un determinado nivel de intervención destinado a conservar o proteger la calidad del agua para consumo humano. Dentro de esos lineamientos conviene destacar que:

- a) Los niveles de acción sugeridos representan diferentes grados de intervención dirigidas a minimizar el riesgo a la salud por el consumo de agua contaminada.
- b) Las normas, directivas y programas nacionales deben tener en cuenta la situación sanitaria, geográfica y socioeconómica y cualquier condición que pueda poner en riesgo la calidad del agua destinada al consumo humano.
- c) El plan a ser formulado debe ser práctico, aplicable a la realidad nacional y proteger la salud pública de la población atendida por el servicio comunitario o privado de abastecimiento de agua.
- d) La detección de incumplimiento de las normas de calidad del agua no necesariamente significa que el agua no sea totalmente apta para el consumo humano, pero puede indicar deficiencias en la infraestructura u operación del sistema, lo que aumenta el riesgo a la salud de los consumidores.

- e) La proporción de muestras que incumplan con las normas de calidad y el período durante el cual pueda prolongarse esa situación sirven para evaluar el riesgo a la salud de los consumidores de agua.

### *1.1.3 Importancia de la calidad del agua para consumo humano*

El agua para consumo humano ha sido definida en las *Guías para la calidad del agua potable* de la Organización Mundial de la Salud (OMS), como aquella “*adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal*”. En esta definición está implícito que el uso del agua no debería presentar riesgo de enfermedades a los consumidores.

El reconocimiento del agua como vehículo de dispersión de enfermedades data de hace mucho tiempo. Las enfermedades prevalentes en los países en desarrollo, donde el abastecimiento de agua y el saneamiento son deficientes, son causadas por bacterias, virus, protozoarios y helmintos. Esos organismos causan enfermedades que van desde ligeras gastroenteritis hasta enfermedades graves y fatales de carácter epidémico.

No obstante, la calidad del agua no es suficiente para asegurar beneficios a la salud humana; es necesario que adicionalmente se satisfagan tres aspectos: **cantidad, continuidad y costo razonable**. Al margen de las responsabilidades del abastecedor, los consumidores deben tener conocimientos sobre el uso apropiado del agua, de la adecuada nutrición e higiene de los alimentos, así como de la correcta disposición de excrementos. Precisamente, los mensajes dirigidos a mejorar los hábitos y costumbres relacionados con el buen uso del agua, deben realizarse a través de programas educativos y en forma complementaria a las actividades propias del abastecedor para evitar la impresión de que la calidad del agua por sí sola, previene las enfermedades.

El agua de calidad apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución puede deteriorarse antes de llegar al consumidor. En el sistema de distribución, la contaminación del agua puede ocurrir por conexiones cruzadas; retrosifonaje; tuberías rotas; grifos contra incendio, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos; y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones hechas con pocas medidas de seguridad. Otro factor de recontaminación, de gran importancia en las ciudades o localidades donde existe déficit de agua, es la interrupción del suministro como resultado de la rotación del servicio de una a otra área de abastecimiento con el fin de atender la demanda de agua.

De esta manera, en sistemas donde el servicio de abastecimiento de agua es restringido, el deterioro de la calidad física, química y principalmente microbiológica al nivel de las viviendas, es frecuente como consecuencia del manipuleo y almacenamiento inadecuado.

### *1.1.4 Efectos sobre la salud causados por agentes patógenos en el agua*

El abastecimiento de agua de buena calidad, era uno de los ocho componentes de la atención primaria de salud identificados en la Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud celebrada en Alma-Ata en 1978.

En la mayoría de los países, los principales riesgos asociados al consumo de agua contaminada están relacionados con los microorganismos. Como se indica en el capítulo 18 de la “Agenda 21” de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo “aproximadamente, un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en desarrollo tienen por causa el consumo de agua contaminada y en promedio, hasta una décima parte del tiempo productivo de cada persona se dedica a las enfermedades relacionadas con el agua”.

El riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua aumenta con el grado de presencia de microorganismos patógenos. Sin embargo, la relación no necesariamente es simple y depende de otros factores tales como la dosis infecciosa y la susceptibilidad del huésped. El agua para consumo humano es solo uno de los vehículos de transmisión de enfermedades. A causa de la multiplicidad de las vías de transmisión, no solo el mejoramiento de la calidad y la disponibilidad de agua, sino también la disposición sanitaria de excretas y la aplicación de adecuadas reglas de higiene, son factores importantes en la reducción de la morbilidad y la mortalidad causada por diarreas.

Independientemente de los agentes que afectan la calidad del agua para consumo humano, es necesario tener en cuenta los riesgos causados por la pobre protección de las fuentes de agua, el inadecuado manejo del agua durante el proceso de tratamiento y la mala conservación de su calidad a nivel de las redes de distribución e intradomiciliario. Sin embargo, la ausencia de enfermedades en comunidades abastecidas con agua de mala o dudosa calidad no significa que la población no esté sujeta a riesgos que puedan desencadenar una epidemia.

En la lista de agentes transmitidos por el agua que constituyen un problema mundial y que pueden producir efectos adversos a la salud se encuentran los microorganismos, sustancias químicas y radionúclidos. Entre los agentes microbiológicos están las bacterias, como el *Vibrio cholerae*, *Salmonella* y *Shigella*; los virus, como el de la hepatitis A y E; y los protozoos como la *Giardia* y el *Cryptosporidium*. Entre los agentes químicos están los componentes inorgánicos, como nitratos, flúor y arsénico; metales pesados como el plomo, cadmio y mercurio; y los componentes orgánicos como las sustancias de uso industrial, los agrotóxicos y los productos secundarios de la desinfección.

Entre los múltiples casos de transmisión de enfermedades relacionadas con la calidad microbiológica del agua para consumo humano se destaca los brotes por *Cryptosporidium* vinculados a defectos en el proceso de tratamiento y por *E. coli* entero-hemorrágico relacionados con el reemplazo de medidores de agua y roturas de la red de distribución, entre otros.

En América Latina, en 1991, la propagación del cólera se atribuyó a la falta de adecuados servicios de abastecimiento de agua y saneamiento, así como a la falta de medidas de control ambiental.

### *1.1.5 Beneficios del control y la vigilancia de la calidad del agua*

La buena calidad del agua de consumo humano asegura al consumidor su protección contra la presencia de agentes patógenos y compuestos físicos y químicos perjudiciales a su salud. La información que proveen los programas de vigilancia y control del agua para consumo humano, aparte del beneficio relacionado con la disminución de enfermedades transmitidas por vía hídrica, es un medio que permite el mejoramiento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua.

El mejoramiento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua se da a través de la identificación de: a) necesidades de ampliación de la infraestructura de saneamiento básico, b) rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua, c) capacitación del personal encargado de la operación, mantenimiento y administración del servicio de abastecimiento de agua y aguas residuales, d) identificación de las medidas para preservar las fuentes de agua, y e) actualización de los reglamentos, normas y códigos de buenas prácticas relacionados con la calidad del agua de consumo humano. Adicionalmente, la sistematización de la información en el nivel regional o nacional permite planificar las inversiones nacionales en cuanto a la ampliación de la cobertura, mejoramiento y rehabilitación de los servicios en el sector de agua y saneamiento.

### *1.2 Antecedentes, situación actual y tendencias*

Antes de 1991, los países de la Región concentraban su atención en la cantidad antes que en la calidad del agua para consumo humano. La aparición del cólera en el Perú en ese año, significó un duro golpe a esa tendencia y puso de manifiesto la pobre calidad sanitaria de los servicios de abastecimiento de agua, en especial en lo referente a la calidad del agua, lo que llevó a los gobiernos de los países de la Región a solicitar apoyo a través de los mecanismos intrarregionales.

En la “Reunión Internacional sobre la Calidad del Agua”, auspiciada por la Organización Panamericana de la Salud y realizada en Lima, Perú, en 1996, en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, (OPS/CEPIS), una de las recomendaciones fue que los países de la Región desarrollaran programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano.

Una solicitud similar fue elevada a la OPS por los jefes de estados americanos congregados en la Reunión Cumbre de Santa Cruz de la Sierra en 1996 y como respuesta a esos requerimientos, la Organización preparó el ***Plan Regional para el Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano***, en donde se presenta un diagnóstico y una propuesta concreta de acción. El diagnóstico reconoce claramente que la situación no es la mejor en lo que respecta al monitoreo y control de la calidad del agua para consumo humano.

Si bien en términos absolutos se ha aumentado la cobertura de agua para consumo, en lo que respecta a cantidad y calidad, en términos relativos, los valores han decrecido. Casi a finales

de siglo XX, las cifras de la OPS señalan que solo 41% de la población consume agua tratada y desinfectada que pueda ser considerada “segura”.

Un reporte histórico muestra que los países que en las décadas de 1950 y 1960 tuvieron programas activos de vigilancia y control, los discontinuaron en las décadas de 1970 y 1980. Por un lado, si bien la alarma causada por la reaparición del cólera generó algunas iniciativas importantes, es innegable que en muchos casos la iniciativa falló por la falta de apoyo político. Por otro lado, también se evidenció la falta de instrumentos idóneos y actualizados para elaborar programas coherentes con las circunstancias que enfrentaban los gobiernos e instituciones de los países.

Dentro de este contexto y teniendo en cuenta que existe una tendencia más ejecutiva por parte de los países y que los funcionarios y técnicos de los niveles altos e intermedios reconocen la necesidad de producir acciones concretas y que faltan instrumentos acordes con la realidad de los países, se ha identificado la necesidad de preparar un marco apropiado para apoyar esa tendencia favorable.

El Plan Regional, junto con otras iniciativas regionales y locales, es un aporte para satisfacer esta demanda. Asimismo, la presente Guía espera sumarse al esfuerzo mediante la presentación de una metodología que pueda ser aplicada por los gobiernos, las agencias, las empresas públicas y privadas y los usuarios en general para ayudar en la mejora de la calidad de los servicios de abastecimiento de agua.

### **1.3 Conceptos generales, principios y objetivos**

#### **1.3.1 Vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano**

La vigilancia sanitaria puede definirse como *“el conjunto de acciones adoptadas por la autoridad competente para evaluar el riesgo que representa a la salud pública la calidad del agua suministrada por los sistemas públicos y privados de abastecimiento de agua, así como para valorar el grado de cumplimiento de la legislación vinculada con la calidad del agua”*.

En teoría, la vigilancia sanitaria tiene dos grandes componentes: (a) la correlación de la calidad física, química y microbiológica del agua con las enfermedades de origen hídrico a fin de determinar el impacto en la salud; y (b) el examen permanente y sistemático de la información sobre calidad del agua para confirmar que la fuente, el tratamiento y la distribución respondan a objetivos y reglamentación establecidos. De ese modo, el examen permanente del sistema de abastecimiento conformado por la inspección sanitaria y la evaluación de la calidad del agua destinada al consumo humano, así como el análisis del perfil epidemiológico de la comunidad sirven al órgano responsable por la vigilancia sanitaria como instrumentos de evaluación del riesgo.

De lo anterior se deduce que la vigilancia sanitaria es una actividad de **investigación** realizada generalmente por la autoridad competente de salud pública, dirigida a identificar y evaluar los factores de riesgo asociados a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano que



puedan significar un peligro para la salud de la población. También es una actividad tanto preventiva como correctiva para asegurar la confiabilidad y seguridad del agua para consumo humano. La vigilancia es **preventiva** porque permite detectar oportunamente los *factores de riesgo* de modo que puedan tomarse acciones antes que se produzcan anomalías en la calidad del agua o efectos sobre la salud. Es **correctiva** porque permite identificar los *focos de brotes de enfermedades* relacionados con el agua para poder actuar sobre ellos, restablecer la calidad del agua y controlar la propagación del mal. El buen uso de la información que surja de este tipo de análisis o evaluaciones permite el mejoramiento de las normas de calidad del agua destinada al consumo humano, así como de los procedimientos de operación, mantenimiento, distribución y almacenamiento, y la reglamentación vinculada con el diseño, construcción y materiales o productos químicos empleados en el tratamiento del agua.

Por otra parte, la vigilancia sanitaria se aplica tanto a los sistemas de abastecimiento de agua públicos o privados, como al agua colectada de fuentes individuales o de otros medios. Por lo tanto, la responsabilidad de la agencia encargada de la vigilancia sanitaria es la de supervisar todas los sistemas de abastecimiento y fuentes de agua potencialmente utilizables para consumo humano.

### *1.3.2 Control de la calidad del agua para consumo humano*

El control de la calidad del agua puede definirse como “*el conjunto de actividades ejercidas en forma continua por el abastecedor con el objetivo de verificar que la calidad del agua suministrada a la población cumpla con la legislación*”.

La definición de control de la calidad implica que el abastecedor de agua es responsable de la calidad del agua que produce y distribuye, y de la seguridad del sistema que opera. Ello es posible a través de una combinación de mantenimiento preventivo y de buenas prácticas operativas, apoyado por la evaluación continua de la calidad de las fuentes, de los procesos de tratamiento y del sistema de distribución, conjuntamente con las inspecciones sanitarias, lo que asegura la buena calidad del agua y la ausencia de su recontaminación en el sistema de distribución.

Normalmente, al abastecedor público o privado se le asigna un área de suministro y su responsabilidad, desde el punto de vista de la calidad del producto entregado (agua con la calidad establecida en las normas legales), abarca desde la salida de la planta de tratamiento o de los pozos de abastecimiento de agua hasta el ingreso a la vivienda del usuario. La calidad del agua en el domicilio es responsabilidad de los habitantes de la vivienda.

Por otro lado, la calidad del agua suministrada a través de camiones cisterna u otro medio que no implique la participación de abastecedores públicos o privados, y que son comunes en las áreas urbano-marginales, no suele ser responsabilidad del abastecedor de agua y por lo general las labores de control de calidad son asumidos por una institución pública o privada.

Los servicios de abastecimiento de agua de las áreas urbano-marginales y rurales administrados por la misma comunidad, al igual que en el caso anterior, deben ser controlados

por una institución pública o privada. Usualmente, el ministerio de salud encarga al organismo responsable de la vigilancia sanitaria la ejecución de esa tarea. Sin embargo, es recomendable que una dependencia ajena a la de vigilancia sanitaria ejecute el control, aunque ambas pertenezcan al mismo ministerio y utilicen el mismo laboratorio central. Esto último es recomendable a fin de no duplicar la inversión en infraestructura analítica.

### 1.3.3 Relación entre vigilancia sanitaria y control de la calidad del agua

La poca diferencia entre los conceptos de vigilancia sanitaria y control de la calidad propicia que no haya una clara división de responsabilidades entre el órgano responsable por la vigilancia sanitaria y el de abastecimiento de agua, ya que ambos tienen como misión asegurar la adecuada calidad del agua para consumo humano. La OMS ha diferenciado ambas actividades de la siguiente manera:

*“En general, es responsabilidad de las autoridades encargadas del abastecimiento local del agua, garantizar que el agua que se suministra tenga la calidad establecida por las normas. No obstante, un organismo independiente (nacional, estatal, provincial o local) puede cumplir mejor la labor de vigilancia sanitaria (es decir de evaluar el riesgo que representa a la salud pública la calidad del agua suministrada por el abastecedor y determinar el grado de cumplimiento de la legislación vinculada con la preservación y conservación del agua para consumo humano). Si bien ambas funciones se complementan, la experiencia indica que se cumplen mejor cuando las realizan organismos independientes entre sí, a causa de los conflictos de prioridades que surgen cuando se combinan ambas funciones”.*

El control de la calidad se diferencia de la vigilancia en la responsabilidad institucional, en la forma de actuación, en las áreas geográficas de intervención, en la frecuencia de muestreo y en la interpretación y aplicación de los resultados, pero tienen algo de común en el planeamiento y la implementación.

En los países donde existan **entes reguladores**, estos pueden facilitar la vigilancia mediante directivas que obliguen a los abastecedores a implementar programas de control de la calidad del agua de consumo humano y a reportar periódicamente los resultados de la evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua. En este caso, a la vigilancia se le puede denominar vigilancia operacional.

Mientras que el abastecedor es responsable del control rutinario de la calidad del agua, del monitoreo para asegurar la buena práctica operativa y de las acciones destinadas al mejoramiento de la calidad del abastecimiento, la agencia responsable por la vigilancia sanitaria o el ente regulador son responsables de las auditorías independientes y periódicas de los aspectos de seguridad, de resumir los datos proporcionados por el abastecedor y de promover el mejoramiento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua.

Donde el abastecedor de agua haya establecido un efectivo programa de control de la calidad y el ente regulador verifique su cumplimiento o el abastecedor sea auditado de manera eficiente por alguna institución externa, la agencia encargada de la vigilancia sanitaria puede prestar mayor énfasis a las poblaciones menos atendidas, tanto urbanas como rurales y urbano-marginales. De esa manera, el abastecedor y el ente regulador se convierten en piezas fundamentales de la vigilancia sanitaria, por lo que es importante que ambos estén conscientes de la tarea que cumplen en el proceso de vigilancia.

En resumen, el abastecedor evalúa la calidad del agua suministrada para determinar el grado de cumplimiento de la norma de calidad y reporta los resultados al ente regulador o al órgano de vigilancia sanitaria, quienes validan o verifican por muestreo la calidad del agua en la red de distribución y auditan al abastecedor en todo lo relacionado con los procesos operativos y administrativos vinculados al programa de control de la calidad.

De otra parte, el órgano de vigilancia sanitaria selecciona a los auditores externos que realizan el control de la calidad analítica en los laboratorios del ente regulador y del abastecedor. El auditor externo informa al órgano de vigilancia sanitaria acerca del trabajo y confiabilidad de los procesos analíticos, lo cual es comunicado al ente regulador y al abastecedor para que implemente las medidas correctivas en caso de ser necesario.

Por su parte, la oficina de epidemiología del ministerio de salud informa al órgano de vigilancia sanitaria acerca de la incidencia y prevalencia de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua, las mismas que son correlacionadas con los datos proporcionados por el abastecedor para investigar cuáles son los probables orígenes de las enfermedades. En caso de obtener una correlación consistente, se podrá introducir mejoras a la norma de calidad del agua o a los reglamentos o procedimientos vinculados con la preservación y conservación del agua en el sistema de distribución. En la figura 1 se sintetiza la interrelación entre vigilancia y control y se destacan las principales responsabilidades de cada uno de ellos.

#### **1.4 Marco legal**

La efectividad de los programas de vigilancia sanitaria, vigilancia operacional y control de la calidad del agua para consumo humano depende de una legislación que responda a situaciones nacionales, jurisdiccionales y constitucionales, entre otras. El marco legal abarca tres áreas vinculadas entre sí: la política, la legislativa y la normativa.

La intervención **política** es fundamental para facilitar la revisión, modificación, preparación y adopción de leyes y reglamentos que hagan posible el desarrollo de los programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. La intervención **legislativa** proporciona el marco legal que deberá ser del más alto nivel y estar constituido por las leyes, decretos y resoluciones correspondientes.

Conceptualmente, la **legislación** debe identificar a la institución responsable de la vigilancia y conferirle la responsabilidad de la observancia del cumplimiento de los reglamentos y normas relacionados con la conservación y preservación de la calidad del agua de consumo

humano, con especial énfasis en la evaluación de la inocuidad del agua y de la infraestructura sanitaria a través del estudio de los resultados de las pruebas analíticas, inspecciones sanitarias y auditorías puntuales, así como la verificación de la veracidad de la información provista por el abastecedor. Además, se le debe conferir autoridad para obligar al abastecedor a tomar las medidas correctivas necesarias en caso de emergencias, en especial cuando se haya detectado contaminación microbiana.

Igualmente, la legislación debe definir la responsabilidad de los órganos de vigilancia y de control en cuanto a la evaluación y seguimiento de la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento, en el proceso de producción y en la red de distribución; precisar las sanciones por infracciones momentáneas o continuas; y definir al responsable de establecer la norma de calidad del agua para consumo humano. Adicionalmente, la legislación debe tener en cuenta que la vigilancia sanitaria y operacional es primordialmente una función de apoyo y asesoramiento y solo en segundo lugar una función de penalización por el incumplimiento de las normas.

En el caso del abastecedor, se debe precisar sus atribuciones, funciones, derechos y obligaciones jurídicas y destacar que tiene el deber legal de proporcionar agua de acuerdo con las normas establecidas, así como la supervisión, inspección, operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua. Asimismo, se debe considerar que el abastecedor puede emprender acciones legales contra terceros para proteger sus fuentes de agua y su sistema de distribución de toda fuente de contaminación extraña.

En relación con la **normatividad**, las acciones de las autoridades responsables y de las instituciones involucradas en la vigilancia y el control de la calidad del agua deben estar respaldadas por **reglamentos, normas o códigos** de fiscalización que especifiquen la calidad del agua a ser suministrada, los procesos de tratamiento aceptables, las adecuadas prácticas de tratamiento y distribución, los criterios de diseño y construcción, los tipos de materiales de construcción, la calidad de los productos químicos del tratamiento del agua y los cuidados para la distribución del agua, entre otras consideraciones.

Los reglamentos, normas o códigos deben basarse en la relación entre riesgo y beneficio a la salud a fin de adoptar procedimientos acordes con la realidad de los países. De esa manera, esos procedimientos tendrán en cuenta las prioridades nacionales y los factores sanitarios, económicos, humanos e institucionales.

La facultad para promulgar y revisar las normas sobre calidad del agua, los códigos de prácticas y otros tipos de reglamentos técnicos relacionados con la protección de la salud humana, debe recaer en el sector competente, generalmente representado por el ministerio de salud.

Donde existan entes reguladores, estos podrán emitir directivas en las que eventualmente se exija a los abastecedores una calidad superior a la especificada en la norma, pero nunca inferior, como tampoco podrán promulgar directivas que vayan en contra de los reglamentos, normas o códigos promulgados por la autoridad competente.

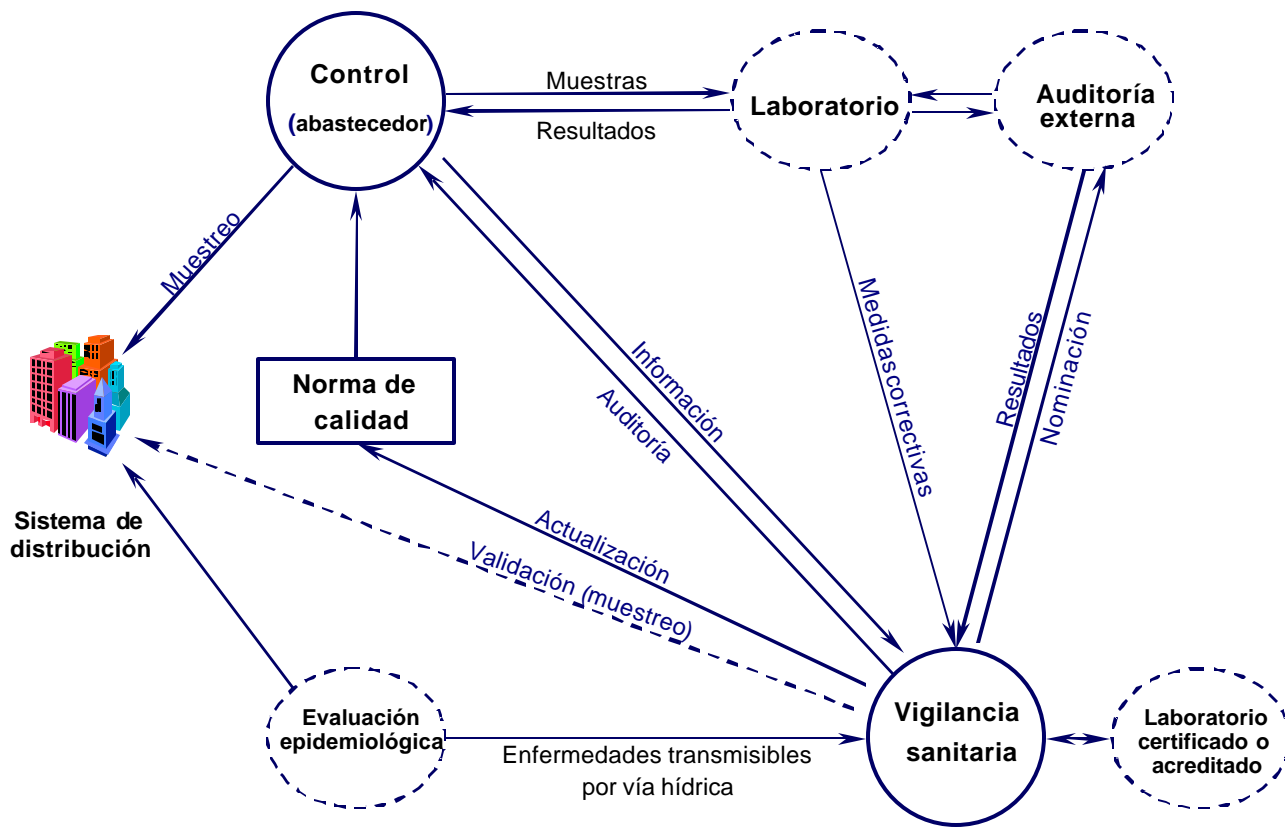


Figura 1. Interrelación entre el control y la vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano

En resumen, para que el programa de vigilancia sea efectivo, el ente regulador y el organismo de vigilancia debe contar con una legislación y con los mecanismos necesarios para verificar su cumplimiento, pero además es importante que el organismo establezca una relación positiva y de apoyo al abastecedor. Sin desmedro de lo dicho, la existencia de una legislación anticuada o que se encuentre en proceso de actualización, no debe ser motivo para postergar o impedir la ejecución de programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano.

### **1.5 Marco político institucional y responsabilidades**

En muchos países, la agencia responsable de la vigilancia es el ministerio de salud y sus oficinas regionales o departamentales. En otros países es la agencia de protección ambiental o los departamentos de salud ambiental de los gobiernos locales. Preferentemente, la agencia de vigilancia debería ser una institución nacional designada por la ley y operar en el nivel central y descentralizado para atender en forma eficiente al nivel local o distrital. La oficina encargada de la vigilancia sanitaria debe ser la única responsable de desarrollar tal acción con el objetivo de proteger a las personas de las enfermedades transmitidas por el agua y de otros peligros asociados con los sistemas de abastecimiento de agua.

Los órganos de vigilancia tienen la obligación de evaluar los datos de la calidad del agua obtenidos por el abastecedor en cumplimiento de su programa de control de calidad, así como de validar –a través del muestreo selectivo– el programa de muestreo del abastecedor.

Adicionalmente, el órgano de vigilancia sanitaria debe calificar y seleccionar a los auditores externos que se han de encargar de las auditorías de los laboratorios de los abastecedores para garantizar la calidad de los resultados analíticos.

Estas acciones deben complementarse con el seguimiento del cumplimiento de las medidas correctivas identificadas por el abastecedor y con la elaboración periódica de un informe sobre la situación de la calidad del agua a nivel regional y nacional de modo que sirva de base para planificar las inversiones destinadas al mejoramiento de la calidad del agua en particular y del servicio en general.

Una responsabilidad importante del órgano de vigilancia sanitaria es la de trabajar y coordinar con los abastecedores y la oficina de epidemiología del ministerio de salud, y la de correlacionar la información de ambos organismos con el propósito de identificar y valorar los factores de riesgo vinculados con la calidad del agua y el servicio de abastecimiento que puedan representar peligro a la salud de los consumidores.

En los casos en que la agencia responsable tenga el mandato –además de la vigilancia sanitaria– de efectuar el control de la calidad del agua en localidades no atendidas por abastecedores públicos o privados, es fundamental disponer de dos organismos ejecutivos que trabajen de manera independiente a fin de minimizar los conflictos que pudieran suscitarse en el caso de que ambas actividades fueran ejecutadas por un solo organismo. De ese modo, los

problemas detectados por el área de control o las observaciones del área de vigilancia sanitaria podrían ser abordados con plena independencia por cada una de las partes involucradas, manteniéndose una relación entre ambas áreas similar a la descrita entre el abastecedor y el órgano de vigilancia sanitaria u operacional.

El control de calidad del agua lo ejecuta el abastecedor y dentro de la empresa de abastecimiento de agua, el área encargada de esa actividad tiene la responsabilidad de la planificación, toma de muestras, inspección, registro, identificación de las medidas de apoyo y seguimiento de las medidas correctivas y deberá trabajar y coordinar con los más altos niveles de la empresa, en especial con la gerencia, y actuar como un órgano de apoyo en la toma de decisiones.

El diagnóstico que realice y las medidas correctivas que formule el área de control de la calidad del agua deberán estar basados en los resultados obtenidos por el programa de control de la calidad en sus dos aspectos básicos: analítico (resultados de los análisis de laboratorio) e inspecciones sanitarias.

Es primordial que el área de control de la calidad del agua trabaje dentro de la empresa en forma independiente de las áreas de producción y distribución del agua, así como del laboratorio. Sin embargo, es necesario que se establezca entre ellas una constante coordinación para resolver los aspectos de seguridad y eficacia de los distintos procesos para la obtención, mantenimiento y restablecimiento –cuando fuera necesario– de la calidad del agua. Por ello, esas áreas no deberán tomar ninguna acción de reanudación del proceso de tratamiento o del servicio de abastecimiento en el área afectada, si antes no han recibido la aprobación del área de control de la calidad.

Del mismo modo, las áreas comercial, ingeniería, hidrología, planta de tratamiento, desarrollo de recursos humanos, relaciones públicas, entre otras, deberán mantener una estrecha coordinación con el área de control de la calidad del agua en lo que respecta a sus responsabilidades.

Por último, es importante que la estructura organizacional de las áreas encargadas del control dentro de la empresa de agua y de vigilancia sanitaria dentro del organismo competente, estén dirigidas a garantizar el cumplimiento de las exigencias estipuladas en la legislación, normas o códigos de prácticas referentes a la calidad del agua para consumo humano. Asimismo, esas estructuras organizacionales deben facilitar la complementariedad del trabajo entre ambos organismos.

## **1.6 Metas y prioridades**

En la identificación de la metas se debe tener presente que la vigilancia sanitaria contribuye a la protección de la salud pública y fomenta el mejoramiento de la calidad del agua. Sin embargo, también tiene influencia la cantidad, la cobertura, el costo y la continuidad del suministro. Por ello, se requiere de un programa sistemático de análisis de los datos, tanto de la obtenida por el abastecedor como de la producida por el organismo de vigilancia.

La eficacia de la vigilancia debe responder a una buena planificación y a objetivos específicos. Esos objetivos varían según las condiciones y las prioridades nacionales y regionales

del país e incluyen: a) tendencias de la calidad del servicio de abastecimiento de agua; b) principales deficiencias de los servicios de abastecimiento de agua; c) eficiencia del funcionamiento de las plantas de tratamiento; d) difusión de la información en los niveles pertinentes para planificar las futuras inversiones de rehabilitación, mejoramiento o ampliación del servicio de abastecimiento de agua; e) individualización de fuentes de contaminación; f) actualización de normas, reglamentos o códigos de prácticas para el mejoramiento de la calidad de los servicios; g) educación sanitaria a los clientes del servicio de abastecimiento de agua, etc.

Las metas sirven de vínculo entre los objetivos complementarios o específicos y el plan de trabajo y deben revisarse periódicamente para ajustarlas a la realidad. En el establecimiento de un programa de vigilancia, las metas suelen ser: a) elaboración de un inventario de los sistemas de abastecimiento de agua; b) establecimiento de metodologías para los análisis de agua, muestreo, recolección de información, etc.; c) instalación de laboratorios regionales para la verificación de los resultados del programa de muestreo; d) capacitación en vigilancia; e) establecimiento del alcance de la vigilancia, y f) definición de la modalidad de procesamiento de información y de los tipos de reportes a ser emitidos, etc.

En lo que respecta a determinaciones analíticas a ser consideradas dentro de la planificación de los programas de vigilancia, es importante destacar que la calidad microbiológica del agua para consumo humano es de importancia primaria y al monitoreo de indicadores bacterianos como los coliformes totales y coliformes termotolerantes, debe dársele la más alta prioridad. La contaminación química también es importante, pero muchas veces resulta irrelevante y puede tener una menor prioridad en el corto plazo en zonas donde las enfermedades microbianas y las enfermedades parasitarias muestran elevados índices de prevalencia.

Algunos de los conceptos descritos para la vigilancia en general pueden aplicarse en la planificación y definición de metas de los programas de control de la calidad del agua, pero por lo general, el abastecedor concede mayor énfasis al mejoramiento de la calidad del agua y del servicio de abastecimiento, antes que a la educación sanitaria.

Finalmente, es necesario destacar que el abastecedor debe ser responsable de realizar un programa continuo y efectivo de control del abastecimiento de agua, incluida la inspección sanitaria, supervisión, mantenimiento preventivo, pruebas continuas de calidad del agua y acciones preventivas y correctivas a fin de garantizar la calidad del agua suministrada y en algunos casos especiales, la conservación de la calidad del agua en el interior de las viviendas.

## **1.7 Entes reguladores**

El objetivo de los entes reguladores es garantizar la prestación de los servicios en las mejores condiciones de calidad, lo que contribuye a conservar la salud de la población por medio del mejoramiento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua.

Dentro de este concepto, los entes reguladores son instituciones con autonomía funcional que generalmente presentan las siguientes características:



- Emiten directivas o normas en las que exige a los abastecedores el cumplimiento de las disposiciones promulgadas por la autoridad sanitaria. En ningún caso estas directivas deberán ir en contra de lo dispuesto por la autoridad sanitaria, pero si podrán ser más exigentes a fin de lograr una mejor calidad del servicio.
- Fiscalizan la prestación de los servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario y pluvial.
- Evalúan el desempeño y promocionan el desarrollo de las entidades prestadoras de servicio en el nivel nacional, regional o local.
- Aplican sanciones a las entidades que transgredan las disposiciones.
- Validan, sistematizan y evalúan la información suministrada por los organismos que prestan el servicio de abastecimiento, lo que les permite contar con información confiable sobre la calidad del agua producida, suministrada y la consumida, así como de la calidad del servicio brindado a la comunidad.

El alcance y las responsabilidades de los entes reguladores los hace pertinentes para apoyar el programa de vigilancia sanitaria de los sistemas de abastecimiento de agua, pues facilitan, desde el punto de vista funcional y económico, la labor del órgano de vigilancia. De esa manera, el órgano encargado de la vigilancia sanitaria podrá apoyarse en los entes reguladores para supervisar la labor de los abastecedores, lo que permitirá cruzar la información suministrada por el ente regulador con los reportes epidemiológicos para identificar las deficiencias que pudieran haber permitido la transmisión de agentes patógenos y contaminantes fisicoquímicos por medio del agua suministrada a los consumidores, así como el mejoramiento de las normas de calidad del agua de consumo humano, de los reglamentos y procedimientos de diseño, construcción y manejo del sistema de abastecimiento de agua y de los productos químicos empleados en el tratamiento del agua. De este modo, el ente regulador cumple la función de vigilador, desde el punto de vista operacional, y la información obtenida por este medio resulta ser fundamental para la ejecución de la vigilancia sanitaria.

### **1.8 Participación social**

En general, en el marco de la vigilancia sanitaria de la calidad del agua, es indispensable la participación de los usuarios del sistema de abastecimiento. Como usuarios tienen derecho a tomar parte en la adopción de decisiones sobre su propio futuro y es de esperar que sean los primeros en identificar los problemas. Por consiguiente, son los usuarios los que podrán advertir y exigir al abastecedor la adopción de las medidas correctivas en forma oportuna.

Adicionalmente, si el personal de vigilancia establece un estrecho vínculo con los usuarios, se crea un clima de confianza que genera a su vez interés y entusiasmo, lo que se traduce en la implementación de otras actividades, principalmente de tipo educativo para la adopción de buenas prácticas de higiene personal y doméstica, en los casos en que se justifiquen.

En las pequeñas y medianas localidades rurales y urbano-marginales, la participación de la comunidad en las acciones de vigilancia puede darse de las maneras siguientes:

- Colaborar en la obtención de información.
- Ayudar al personal de vigilancia en la recolección de muestras de agua.
- Controlar la cantidad y calidad del agua para consumo humano.
- Informar periódicamente los resultados al organismo de vigilancia sanitaria.
- Velar por el uso adecuado del suministro de agua.
- Fijar prioridades en la implementación de las medidas correctivas.
- Asumir el mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua y las reparaciones sencillas.
- Solicitar personal calificado para la atención de los problemas que requieren particular atención.

Para que la participación de los miembros del comité de administración del sistema de abastecimiento de agua sea realmente útil, es importante implementar un método simple y eficaz que permita identificar los riesgos a la salud de los consumidores asociados al abastecimiento de agua y complementarlo con capacitación para la aplicación de encuestas sobre saneamiento básico e identificación y adopción de medidas correctivas. Finalmente, es necesario considerar la capacitación de los miembros del comité de administración y de los promotores comunitarios de salud con el fin de garantizar la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua y la mejora de los hábitos de los usuarios del servicio, principalmente en lo que respecta al manejo y conservación del agua.

## **2. Elementos de vigilancia y control**

La OMS ha definido tres elementos básicos que todo programa de vigilancia debe contener y que son perfectamente aplicables al control de la calidad del agua realizado por el abastecedor. Adicionalmente, existen otros elementos que pueden ser considerados de apoyo y que coadyuvan a la implementación de los programas de vigilancia y control.

Los elementos básicos son:

- a) evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica;
- b) inspección sanitaria y operacional;
- c) evaluación institucional.

A su vez, los elementos complementarios o de apoyo son:

- a) reglamentos y normas;
- b) recursos humanos, materiales y económico-financieros;
- c) capacitación;
- d) educación sanitaria;
- e) encuestas, y
- f) flujo de información.

En la figura 2 se presenta un esquema en donde se muestran los diferentes elementos que conforman un programa de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano.

## **2.1 Aspectos básicos**

### **2.1.1 Evaluación fisicoquímica y microbiológica**

La evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua permite investigar la calidad del agua y define la aceptabilidad de ella para el consumo humano. En algunos casos comprende desde el muestreo hasta el reporte de la información.

Las muestras de agua deben tomarse en lugares representativos de la fuente de abastecimiento, a la salida del proceso de tratamiento y en diferentes puntos del sistema de distribución como son: reservorios matrices, reservorios de distribución, componentes varios, red primaria, red secundaria y de ser posible en el nivel domiciliario. Esto último permitirá desarrollar programas de educación sanitaria en la comunidad atendida por el servicio de abastecimiento de agua.

La evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua comprende los factores siguientes:

- Zonas de abastecimiento
- Selección de los lugares o puntos de muestreo.
- Indicadores y parámetros
- Determinaciones
- Muestreo
- Frecuencia del muestreo
- Análisis
- Calidad de los análisis y control de calidad.

#### **a) Zonas de abastecimiento**

Las Guías de la OMS, en el volumen 3, indican que “en sistemas con más de una fuente de agua, los puntos de muestreo deberán ser ubicados teniendo en cuenta el número de habitantes servidos por cada fuente”.

En algunos países, el concepto anterior es ampliado a fin de dar mayor confiabilidad a las actividades de control de la calidad y se divide el área servida en “zonas de abastecimiento de agua” o áreas geográficas de condiciones homogéneas en cuanto a la (a) fuente; (b) componentes; (c) nivel de servicio, y (d) calidad o composición del agua.

Se considera que la zona de abastecimiento de agua “es cada una de las partes en que la red de distribución se subdivide teniendo en consideración la presencia de condiciones homogéneas de calidad y presión de agua, y/o de operación relacionados con el funcionamiento de la planta de tratamiento de agua, pozos, galerías, manantiales, reservorios, cámara de bombeo, o cualquier otro elemento propio del sistema de distribución, y en el que no deban residir más de un número determinado de personas, según estimaciones del abastecedor”.

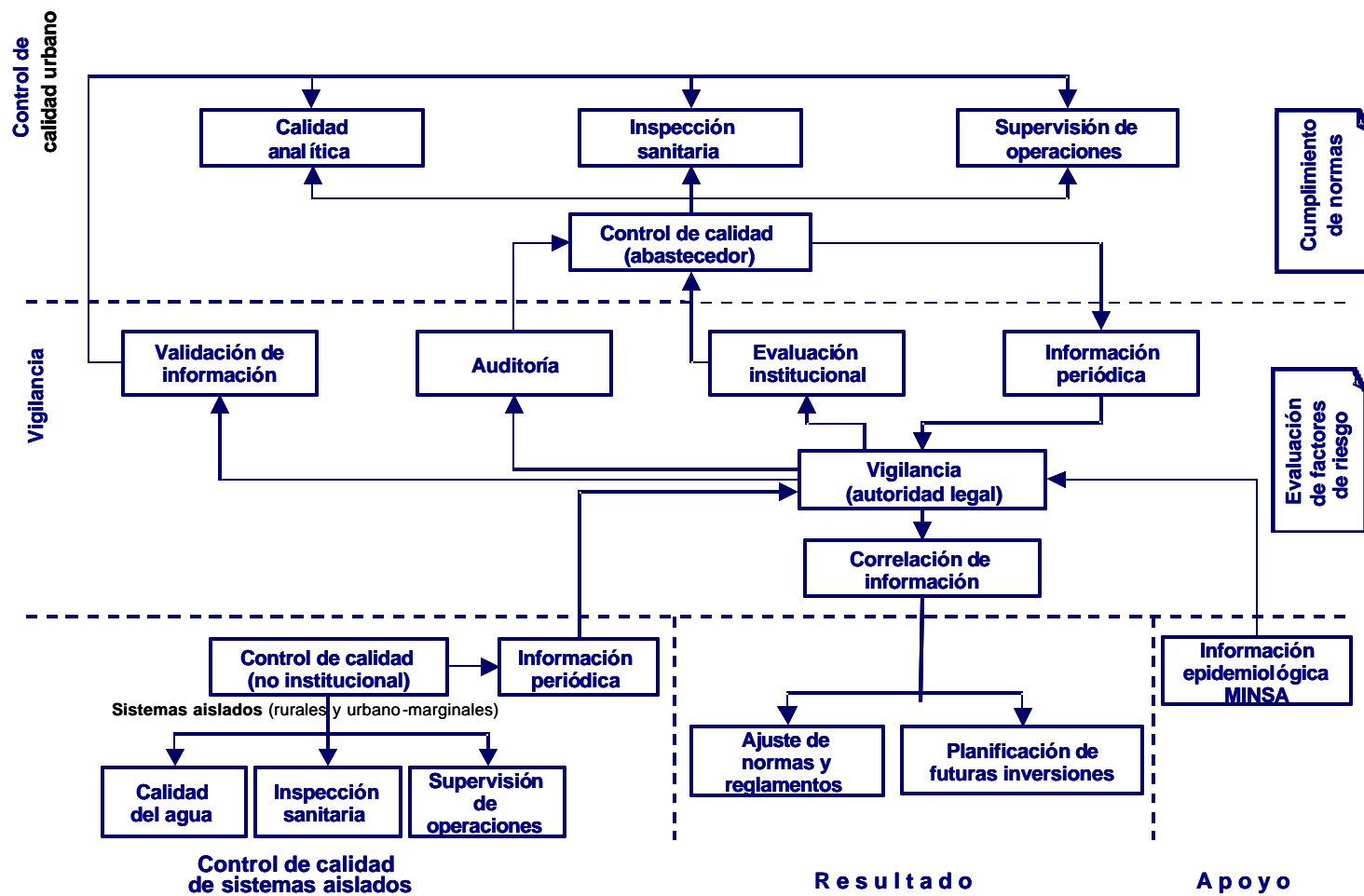


Figura 2. Componentes de un programa de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano

Algunas normas consideran un tamaño poblacional de no más 50.000 personas porque este valor permite una alta confiabilidad en el proceso de control de la calidad del agua de consumo humano. Sin embargo, es posible considerar otro valor, siempre que ella ayude a reflejar la verdadera situación de la calidad de las aguas dentro del sistema de distribución.

Este proceso de zonificación requiere del conocimiento detallado de la forma de operación del sistema de suministro de agua, por lo que debe ser realizado en forma coordinada con el área técnica respectiva. Para la zonificación se determinará el origen de las aguas, los componentes que lo atienden, la población servida y las características urbanísticas, todo lo cual facilita la ubicación de los puntos de muestreo y conjuntamente con la frecuencia de muestreo se determina el número de muestras requeridas para evaluar la calidad del agua de abastecimiento tanto al nivel de fuentes, componentes, red primaria, red secundaria y, si la situación lo amerita, en el nivel intradomiciliario. Complementariamente, esta información puede ser empleada en la planificación de las inspecciones sanitarias correspondientes.

b) Selección de los lugares o puntos de muestreo

La Organización Mundial de la Salud indica los criterios a ser aplicados en la selección de los puntos de muestreo. Estos criterios han sido adaptados en el presente documento, teniendo en cuenta el concepto de zona de abastecimiento de agua. De esta forma, los puntos de muestreo deben:

- Ser representativos de la zona de abastecimiento de agua.
- Estar uniformemente distribuidos en toda la zona de abastecimiento de agua.
- Tener una cierta proporcionalidad al número de habitantes de cada zona de abastecimiento.
- Estar ubicados:
  - a la salida de la planta de agua, reservorios matrices, reservorios de distribución y pozos
  - en la red primaria de distribución
  - en la red secundaria de distribución
  - a nivel intradomiciliario en casos excepcionales o para identificar los contenidos de los programas de educación sanitaria.

En lo que respecta a las características del punto de muestreo, tradicionalmente, se ha considerado que a fin de reducir los problemas inherentes a la representatividad de la muestra de agua en el sistema de distribución, los puntos de muestreo deben estar conformados por instalaciones destinadas específicamente a este fin. Sin embargo, se reconoce que la instalación de estos puntos de muestreo y el mantenimiento de los mismos es una carga económica adicional para el abastecedor.

Por estos motivos, hoy en día se permite la toma de muestras de agua en conexiones domiciliarias siempre que permitan la toma de muestras de agua representativas de la red de distribución y al efecto, estos puntos de muestreo deben estar conformados por el primer grifo situado al interior de la vivienda y que se encuentre conectado directamente a la red de

distribución y libre de la influencia de cualquier tipo de almacenamiento intradomiciliario. En todo caso, los puntos de muestreo deben ser concertados entre el abastecedor y el órgano de vigilancia sanitaria y operacional y reconocidos por el abastecedor y la autoridad de vigilancia como los únicos puntos de muestreo valederos para cualquier enjuiciamiento de la calidad del agua suministrada.

Los puntos de muestreo pueden ser fijos y variables. Los fijos están conformados por grifos instalados en determinados puntos de la red primaria de distribución y a la salida de la planta de tratamiento de agua, pozos, reservorios, estaciones de bombeo, etc. En el caso de las fuentes subterráneas de abastecimiento de agua (pozos, manantiales, galerías, etc.) es necesaria la instalación de dos puntos de muestreo, uno para determinar la calidad del agua de la fuente propiamente dicha y el otro, si así fuera el caso, para evaluar la calidad del agua abastecida a la población.

En la red secundaria de distribución de agua, el número de puntos de muestreo por zona de abastecimiento debe ser de dos a tres veces el número de muestras requeridas y la ubicación de los puntos fijos y puntos variables depende del nivel de riesgo. De este modo, los puntos fijos se ubican en los lugares de mayor riesgo y en cada campaña de muestreo, de ser posible, las dos terceras partes de las muestras deben ser tomadas de estos puntos. Se considera como áreas de mayor riesgo las que presentan fugas frecuentes, baja presión, alta densidad poblacional, ausencia de alcantarillado, tramos finales de tuberías, etc.

Los puntos variables se ubican en las áreas de menor riesgo de la zona de abastecimiento y en cada campaña se podrá tomar no menos de un tercio del total de muestras requeridas.

Adicionalmente, sin necesidad de que forme parte del programa de control de calidad del agua para consumo humano, el abastecedor quedará en libertad de tomar muestras de agua en otras viviendas a fin de evaluar el impacto del almacenamiento o manipulación del agua a nivel intradomiciliario. En casos extraordinarios, el abastecedor puede realizar el control de la calidad del agua al nivel intradomiciliario a solicitud y a expensas del cliente.

### c) Indicadores y parámetros

La Organización Mundial de la Salud recomienda para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano la evaluación de la calidad, cantidad, cobertura y continuidad del servicio. Posteriormente, estos conceptos fueron ampliados y hoy en día se considera además el costo. A su vez, el indicador calidad ha sido dividido en: (a) evaluación de la calidad del agua; y (b) inspección sanitaria del sistema de abastecimiento de agua. Véase el cuadro 1.

Para el caso de programas de control de la calidad del agua, en donde es conocida la cobertura, costo, continuidad y cantidad, la evaluación se reduce normalmente a determinar la calidad del servicio en tres aspectos: el analítico, las condiciones físicas de la infraestructura y las condiciones operativas del sistema de distribución de agua.

d) Determinaciones

Las determinaciones a ser ejecutadas por el abastecedor de agua deben estar en concordancia con lo indicado por las normas de calidad del agua, por la autoridad competente y por la capacidad analítica del laboratorio. En el cuadro 2.2 se presenta una lista de las principales determinaciones analíticas que se recomienda tener en cuenta en la ejecución de los programas de vigilancia y control de la calidad del agua y que están agrupadas de acuerdo con su complejidad analítica, la misma que puede ser tenida en cuenta para los diferentes niveles de vigilancia o control oportunamente definidos.

**Cuadro 1. Indicadores del servicio de abastecimiento de agua**

<b>Cobertura:</b>	Porcentaje de la población abastecida por un suministro específico de agua o fuente.
<b>Cantidad:</b>	Volumen de agua utilizada para fines domésticos en un determinado tiempo (usualmente expresado en litros por persona por día) y conocido como “dotación”.
<b>Continuidad:</b>	Proporción de tiempo que el agua está disponible al usuario (puede ser en un grifo o en una tubería de agua) o la proporción de días que el agua es repartida por otros medios.
<b>Calidad:</b>	Aptitud del agua para consumo humano y para todos los fines domésticos incluida la higiene personal. Se realiza mediante: - análisis de las características físicas, químicas y biológicas;* - inspección sanitaria del sistema para investigar el riesgo de contaminación.
<b>Costo:</b>	Valor del agua abastecida para uso doméstico (usualmente expresada como tarifa).

\* En zonas o países con alta morbilidad debido a enfermedades de transmisión fecal-oral, es más importante realizar análisis de indicadores fecales (coliformes termotolerantes).

**Cuadro 2. Determinaciones analíticas recomendadas**

<b>a) Nivel inicial</b> - Cloro residual (total, combinado y libre)			
<b>b) Nivel básico</b>			
Turbiedad		Olor	
Valor de pH		Sabor	
Cloro residual (total, combinado y libre)			
Coliformes totales		Coliformes termotolerantes	
<b>c) Nivel intermedio</b> (volumétrico) - Además de los anteriores			
Dureza total	Calcio		E. coli
Alcalinidad	Magnesio		
Residuo disuelto/total	Cloruros		
<b>d) Nivel intermedio</b> (colorimétrico) – Además de los anteriores			
Sulfatos	Color		Nitrito
Manganeso	Cromo		Nitrato
Fluoruro	Hierro		
<b>e) Nivel avanzado</b> - Además de los anteriores			
Aluminio	Mercurio		Plomo
Arsénico	Bario		Cobre
Cianuro	Cinc		Sodio
Cadmio	Selenio		Fenoles
<b>f) Nivel completo</b> - Otras determinaciones de sustancias orgánicas e inorgánicas			

## e) Muestreo

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos carecen de valor si las muestras analizadas no han sido recolectadas, almacenadas e identificadas debidamente. Aunque las recomendaciones sobre el manejo de las muestras dependen de los parámetros a ser analizados, es recomendable que transcurra el menor tiempo posible entre la obtención de la muestra y su análisis, lo cual no debe exceder en algunos casos de seis horas y bajo circunstancias especiales de 24 horas. Adicionalmente, las muestras deben ser enviadas en cajas térmicas, aisladas de la influencia de la luz solar y con disponibilidad de espacio para la colocación del material refrigerante.

El muestreo debe ser realizado por personal calificado de modo que esté en disposición de asegurar que las muestras sean representativas del agua que está siendo suministrada a los consumidores y que durante el muestreo y transporte su composición no se modifique. Al efecto, el personal de muestreo debe ser capacitado para seguir estrictamente los procedimientos de muestreo, preservación, embalaje y traslado de muestras al laboratorio, así como de la determinación del contenido de cloro libre y pH.



f) Frecuencia del muestreo

La frecuencia del muestreo tiene como objetivo definir la continuidad del seguimiento que debe efectuarse a la calidad del agua para consumo humano. En el sistema de distribución se debe tener en cuenta el tamaño poblacional de cada una de las zonas de abastecimiento y la categoría del área de atención, es decir urbano, urbano-marginal o rural. De esta manera, en las zonas de abastecimiento con alta población, las muestras deben ser tomadas más frecuentemente que en las zonas con menor población.

Las Guías de la OMS son muy claras en lo que respecta a la calidad microbiológica en el sistema de distribución, pero imprecisas en el aspecto fisicoquímico, así como en lo que compete a la evaluación del agua a la salida de la planta de tratamiento, pozos de agua y componentes del sistema de distribución. Se deja a criterio del abastecedor el fijar las frecuencias del muestreo según la calidad de la fuente y su variabilidad.

En los cuadros A al F del anexo 1 se proponen, a modo de guía, las frecuencias de muestreo para cada tipo de análisis y tipos de componentes del sistema de distribución. Estos cuadros han sido elaborados para zonas de abastecimiento de hasta 50.000 personas y para dos condiciones de trabajo: estándar y reducido, pero pueden ser adaptados para sistemas menores, con diferentes grados de confiabilidad.

La condición estándar se refiere al número de muestras que normalmente el abastecedor debe de extraer de las zonas de abastecimiento a fin de demostrar el cumplimiento de los valores establecidos en la norma de calidad del agua con respecto a cada parámetro. La condición reducida es adoptada por el abastecedor cuando después de un número determinado de años, normalmente tres, los parámetros cumplen los valores exigidos por la norma de calidad del agua. Si por algún motivo, el valor expresado en la norma de calidad del agua para consumo humano es contravenido, el abastecedor deberá proceder a incrementar el número de muestras en función de la condición de muestreo en que se encuentre. De este modo, si se encuentra en la condición reducida debe retornar al muestreo estándar y si se encuentra en el muestreo estándar, deberá incrementar la frecuencia de muestreo en 50 ó 100 por ciento.

En las zonas con abastecimiento o reservorio de servicio con una mezcla de agua subterránea y superficial se deberán aplicar los cuadros correspondientes a aguas superficiales.

g) Análisis

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos deben ser realizados con procedimientos normalizados a fin de que los resultados proporcionados por los diferentes laboratorios encargados de las labores de vigilancia y control puedan ser comparables.

Diferentes organismos nacionales e internacionales han publicado métodos normalizados para el análisis del agua. A menudo se considera que es posible lograr precisiones analíticas adecuadas al emplear un determinado método analítico. La experiencia he demostrado todo lo

contrario, ya que en la precisión de los resultados pueden influir diversos factores ajenos al método analítico, entre ellos, la pureza de los reactivos, el tipo de equipo, el funcionamiento del equipo, el grado de modificación del método analítico por el laboratorio y la habilidad y cuidado del analista. Estos factores suelen variar aún dentro de un laboratorio con el transcurso del tiempo. Por ello, es recomendable que en los programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano, los análisis se efectúen de acuerdo con procedimientos aceptados universalmente a fin de garantizar y hacer comparables los resultados de las pruebas analíticas. Entre los procedimientos más conocidos están los métodos recomendados por la Organización Internacional de Normalización (ISO) o los Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Aguas Residuales publicado por la AWWA, USPH y WPCF de los Estados Unidos de Norteamérica.

#### h) Calidad de los análisis y control de calidad

Los métodos normales de análisis de agua adoptados por los programas de vigilancia y control deben ensayarse con las condiciones locales a fin de comprobar su exactitud y precisión, porque el empleo de métodos normalizados no necesariamente garantiza la obtención de resultados fiables y precisos.

En el contexto de la labor analítica se emplean los términos de control de calidad analítica y garantía de la calidad. El control de la calidad analítica se presenta en dos niveles de intervención: interno y externo, y está dirigido a comprobar el nivel de confiabilidad que ofrece un determinado método de análisis. Normalmente se le expresa en términos de precisión. Si al control de calidad interno se le suma el control de calidad externo a cargo de una institución especializada y ajena al laboratorio, es posible obtener la certificación de los procedimientos analíticos de uno o más parámetros físicos, químicos o microbiológicos. En este caso se denomina al laboratorio como “Laboratorio Certificado” específicamente para la determinación o determinaciones autorizadas.

La garantía de la calidad analítica abarca todas las medidas adoptadas por el laboratorio para garantizar a quienes reciben los datos que el laboratorio produce resultados válidos. Así, el proceso de garantía de la calidad incluye el control de la calidad analítica, la competencia e idoneidad del personal encargado de la realización de los análisis, la garantía del laboratorio de haber establecido un proceso de control y calibración de los equipos e instrumentos analíticos, el control de los reactivos y procedimientos de análisis, documentación prolija de los métodos analíticos, disponibilidad de sistema de recuperación de datos, adecuado manejo de datos, etc. Comúnmente, al laboratorio que cumple con este procedimiento se le nombra como “Laboratorio Acreditado”.

Finalmente, el laboratorio debe formular y aplicar una política de seguridad en la que se incluye la limpieza, desinfección, control de sustancias peligrosas, disposición adecuada de residuos, etc.

### 2.1.2 *Inspección sanitaria y operacional*

#### a) *Inspección sanitaria*

En gran parte de los casos, la inspección sanitaria ayuda a interpretar en forma correcta los resultados de las pruebas de laboratorio. Ningún resultado de laboratorio, por más cuidado que se haya puesto en su realización, puede sustituir al conocimiento completo de las condiciones físicas existentes en la fuente de abastecimiento, planta de tratamiento y sistema de distribución de agua. A diferencia de los resultados de laboratorio que revelan las condiciones del agua en un determinado momento y notifican la presencia de contaminación luego de haber ocurrido el suceso, la inspección sanitaria identifica con antelación los riesgos que conllevan a la contaminación del agua o fallas en la operación o mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua.

Esta actividad debe ser ejecutada por personas competentes a través de la inspección visual de las condiciones físicas de los componentes del sistema de agua y de las prácticas que se ejercen sobre ella a fin de detectar la presencia o posible presencia de factores que expongan a que la calidad del agua para el consumo humano se deteriore. Al efecto, se aplican encuestas sanitarias diseñadas expresamente para este fin. La inspección sanitaria se compone de: (a) evaluación de las condiciones físicas del sistema; y (b) evaluación del estado de higiene. Las condiciones físicas del sistema de abastecimiento están relacionadas con la seguridad estructural y de funcionamiento de cada uno de los componentes que conforman el sistema de distribución de agua así como de la planta de tratamiento y su rol en la preservación y conservación de la calidad del agua.

Coincidente con las Guías de la OMS, en el cuadro 7 del anexo 1 se recomienda el número de inspecciones sanitarias a ser realizadas por año y por componente del sistema de abastecimiento de agua. El número reducido de inspecciones se optará cuando por lo menos las tres últimas inspecciones indiquen la ausencia de defectos sanitarios.

#### b) *Inspección operacional*

El suministro de agua de mala calidad o el deterioro del agua dentro del sistema de distribución es común en los países en vías de desarrollo y la mayor parte de las veces se debe a errores humanos o a la inexperiencia del personal encargado del manejo de plantas de tratamiento o de los centros de producción como pozos, manantiales o galerías; así como al mal estado de los elementos de almacenamiento, dispositivos de regulación o de las tuberías de la red de distribución del agua para consumo humano.

Por ello, la inspección operacional es un factor de relevancia y está dirigida a determinar la capacidad o habilidad de las personas responsables del manejo de los procesos u operaciones unitarias de los diferentes elementos que conforman el sistema de abastecimiento de agua. Esta inspección operacional es una actividad encaminada a evaluar al personal operativo e identificar la capacidad e idoneidad del personal en el cumplimiento de sus funciones y, por ende, a

minimizar los riesgos de contaminación del agua para consumo humano. Es indudable que la evaluación operacional está ligada al aspecto de capacitación o desarrollo de los recursos humanos porque permite identificar los vacíos de conocimiento del personal en general y de los especialistas de alta responsabilidad en particular.

### *2.1.3 Evaluación institucional*

Uno de los factores de mayor gravitación en el cumplimiento de las actividades a cargo del área de control de la calidad del agua es la propia estructura organizacional del abastecedor. La evaluación institucional pretende el análisis del contexto empresarial en que se desenvuelve la unidad encargada de las labores de control de la calidad del agua para consumo humano, a fin de identificar los aspectos que condicionan o influyen en su desempeño o en sus resultados.

La evaluación institucional examina, entre otros aspectos, el modelo de organización existente; las políticas institucionales con respecto al control de la calidad del agua; la visión sobre sus objetivos en diferentes horizontes de tiempo; las relaciones de coordinación vertical y horizontal entre el área de control y la gerencia, así como con las demás áreas de la institución; los mecanismos y los niveles de decisión; etc.

Adicionalmente, al área de control de calidad del agua se le debe evaluar su organización; responsabilidades; los recursos financieros, materiales, tecnológicos y de personal; la experiencia; las relaciones interinstitucionales, principalmente con el órgano de vigilancia, etc.

## **2.2 Aspectos de apoyo**

### *2.2.1 Reglamentos y normas*

En la escala de los elementos legales, la norma sobre la calidad del agua para consumo humano no ocupa una posición preponderante. Sin embargo, si la misma no está bien estructurada o si no se ajusta a la realidad del país o región, tendrá escaso valor y de poco servirá toda la estructura legal de apoyo a la norma para lograr que los programas de vigilancia y control de calidad sean exitosos.

La norma es el patrón que permite evaluar los procesos operativos, medir su eficiencia y también el costo de los mismos. Una norma muy exigente significará para los abastecedores erogaciones operativas importantes o adicionales y por ende un impacto en la tarifa de agua, mientras que una demasiado tolerante, conllevará en sí misma un riesgo sanitario que acechará directamente a los usuarios de los servicios de abastecimiento de agua.

La promulgación de la norma de calidad del agua debe ser responsabilidad de una institución en particular (normalmente a cargo de la autoridad sanitaria), y su elaboración no debe ser unilateral, sino el producto de un ejercicio multiinstitucional y multisectorial, en donde todas las partes relacionadas con el abastecimiento de agua tengan derecho a expresar su

posición. Al margen de la institución que detente la facultad de dictarlas, una norma de calidad del agua debe ser el resultado de un proceso negociado entre todas las partes.

Desde 1958, la OMS produce en forma periódica y aproximadamente cada 10 años un documento que ha sido la base para la elaboración de las normas nacionales de calidad del agua para consumo humano. Tales documentos contienen una serie de considerandos sanitarios y un listado de parámetros con valores indicativos de las concentraciones límites que debería contener el agua para consumo humano a fin de ser calificada como segura.

El volumen 1 de las guías vigentes de calidad del agua de la OMS propone un gran número de posibles contaminantes con el fin de responder a las diversas necesidades de los países. Sin embargo, es poco probable que todos los contaminantes mencionados en estas guías se encuentren presentes en el agua de abastecimiento. Por ello, tratar de seguir las Guías de la OMS de manera indiscriminada podría conducir a una situación en que las normas de agua adoptadas por un país no respondan a las verdaderas necesidades en materia de salud y se tornen en un grave inconveniente durante la implementación de los programas de vigilancia y control de la calidad del agua.

Por ello, se recomienda que la norma nacional para el agua de consumo humano debe ser realista y que es necesario vincular el riesgo sanitario a ser adoptado con el costo económico que la medida demande. Por consiguiente, en la elaboración de la norma de calidad del agua, debe ponerse especial cuidado en la selección de los parámetros. Al efecto, es menester tener en cuenta la realidad sanitaria, tecnológica, económica, social, cultural y los tipos de actividades humanas que se despliegan en el país, así como sus características geológicas generales y particulares y el tamaño de las ciudades. Adicionalmente, en los países en donde los recursos económicos y humanos son limitados deben fijarse objetivos de corto y mediano plazo para la vigilancia y el control de la calidad del agua, de modo que en primer lugar se identifiquen y controlen los riesgos más graves y comunes para la salud humana y que normalmente están asociados con la contaminación microbiológica.

De otra parte, es importante recalcar que no es imperativo incluir en las normas sustancias químicas relativamente poco importantes o de poco impacto en la salud de las poblaciones de un país o de una determinada región. Normalmente, la inclusión de sustancias químicas poco importantes conduce a un esfuerzo que no tiene respuesta por parte de las entidades abastecedoras de agua o del mismo organismo de vigilancia.

En la identificación y selección de los parámetros de interés es necesario evaluar los riesgos a que se expondrían los consumidores del agua por adoptar valores más altos que los sugeridos en el volumen 1 de las guías de calidad del agua de la OMS. En la evaluación es necesario tener en cuenta las consideraciones de tipo clínico, fisiológico y epidemiológico indicados en el volumen 2 de las mencionadas guías (Criterios de salud e información de apoyo) a fin de ajustar los valores o concentraciones de los parámetros seleccionados a la realidad del país, estado, región o provincia.

Un procedimiento aplicado con éxito es el desarrollo de una norma marco incontestable e inapelable que las provincias o estados del país deberán adoptar en su totalidad para elaborar sus

normas locales. Sin embargo, en la elaboración de la norma marco, es necesario tener en cuenta, como se indicó anteriormente, las realidades provinciales y las distintas condiciones en cuanto a recursos físicos, tecnológicos y humanos. Para ello, la norma marco debe tener la flexibilidad necesaria para que las normas derivadas de ella puedan seleccionar sus parámetros y ajustar los valores de modo de respetar los límites expuestos en la norma marco. Esto conduciría a la aplicación de normas diferenciadas para las diferentes regiones del país e incluso para los grandes sistemas de abastecimientos urbanos y para las pequeñas comunidades.

La flexibilidad de los valores de los parámetros de la norma marco se podrá dar mediante “valores deseables” y “valores máximos permisibles” (VMP). Los valores deseables serían los “valores guía” (VG) recomendados por las guías de calidad del agua potable de la OMS. Los “valores máximos permisibles” (VMP) definirían la calidad del agua para consumo humano como aquella que podrá consumirse con un mayor riesgo a la salud de la población que la correspondiente al valor guía, pero que han sido definidos en base a la eficiencia de las instalaciones de tratamiento y de los recursos humanos, económicos y materiales del país. En las labores de vigilancia, en ningún caso se permitirá que el valor máximo permisible sea excedido.

Asimismo, bajo la autoridad de la ley podrán establecerse normas provisionales, desviaciones permisibles, períodos de gracia y aun exenciones como parte de una política nacional o regional para dejar cierto margen de flexibilidad en el logro por etapas de las metas de calidad fijadas, lo que evitaría que las iniciativas locales o los intereses particulares impongan unilateralmente sus criterios sobre la calidad del agua para consumo humano.

De esta manera, las autoridades de vigilancia y el abastecedor de agua podrán formular estrategias claras en el establecimiento de metas graduables para la calidad del agua. Un programa basado en metas modestas pero realistas que incluya pocos parámetros pero a niveles asequibles y con un grado razonable de protección a la salud pública, suele resultar más eficaz que un programa demasiado ambicioso.

### 2.2.2 *Recursos*

#### a) Recursos humanos

La calidad de la información producida por el abastecedor o por el órgano de vigilancia depende de la labor realizada por el personal encargado de los análisis, de las inspecciones sanitarias, del procesamiento de información, etc. Por este motivo, el personal debe ser capacitado para que desempeñe adecuadamente sus funciones. La capacitación adecuada asegurará que la producción de datos sea realizada con procedimientos normalizados y comparables entre los diferentes actores involucrados en las labores de vigilancia y control, lo que hará posible la fácil sistematización regional y nacional.

Por ello, el órgano de vigilancia y el abastecedor deben desarrollar estrategias adecuadas para el desarrollo continuo de los recursos humanos e identificar en todos los niveles organizacionales

las responsabilidades, descripción de tareas, estructura de carrera profesional y mecanismos de motivación para el personal.

Las necesidades de personal para la implementación de un programa de vigilancia o de control de los servicios de abastecimiento de agua varían mucho y no existe método alguno para determinar el número de personas necesarias para una población dada o para la toma de un determinado número de muestras en distintos tipos de sistemas de abastecimiento de agua. Para estimar las necesidades de personal es conveniente tener en cuenta los factores siguientes:

- Distancia desde la base de operaciones hacia los distintos puntos de muestreo o sistemas de abastecimiento de agua
- Estado de las vías de comunicación
- Geomorfología del área
- Desarrollo urbano y densidad habitacional
- Tamaño y complejidad del sistema de abastecimiento
- Tipo de vehículo empleado
- Condiciones climáticas
- Facilidades para la toma de muestras e información sobre el estado sanitario de los componentes
- Colaboración de la comunidad en la toma de muestras e información
- Grado de capacitación del personal encargado de la evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua
- Frecuencia de los muestreos
- Tipo de análisis a ser realizados en el campo o laboratorio.

b) Recursos materiales

Es necesario considerar las instalaciones de laboratorio y los materiales de apoyo, como son el transporte y otros tipos de facilidades colaterales para el cumplimiento de sus funciones.

En lo que respecta al laboratorio, cuya función es determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las muestras de agua obtenidas en el sistema de abastecimiento a fin de determinar la aptitud y seguridad de los procesos de tratamiento y distribución, es el área que demanda los mayores recursos humanos y económicos, por lo que estas actividades deben ser realizadas dentro de un concepto de eficiencia y eficacia.

Al efecto, la eficiencia y eficacia del laboratorio se medirán a través de la pronta realización de los análisis y reporte de los resultados, así como de la confiabilidad de los mismos. Para cumplir con esto último, será necesario implementar un sistema de control de la calidad analítica y garantía de la veracidad de los resultados analíticos. La calidad de la información analítica repercutirá directamente en la definición y efectividad de las acciones correctivas tendientes a enmendar los defectos del sistema de abastecimiento que han originado la pérdida de la calidad del agua.

En lo que respecta a equipamiento, el laboratorio debe disponer de diversos materiales de acuerdo con el nivel de vigilancia o control previsto en el país, región o localidad. En líneas generales, los materiales de laboratorio se clasifican en:

- equipos e instrumentos
- muebles
- reactivos para análisis fisicoquímicos y medios de cultivo
- material de vidrio
- materiales varios y reactivos de calibración.

En principio, los análisis deben realizarse en un laboratorio lo más cerca posible al lugar de donde se obtienen las muestras a fin de reducir al mínimo su alteración durante el transporte, principalmente en el caso de las muestras microbiológicas. Además, la proximidad reduce ostensiblemente los costos de transporte.

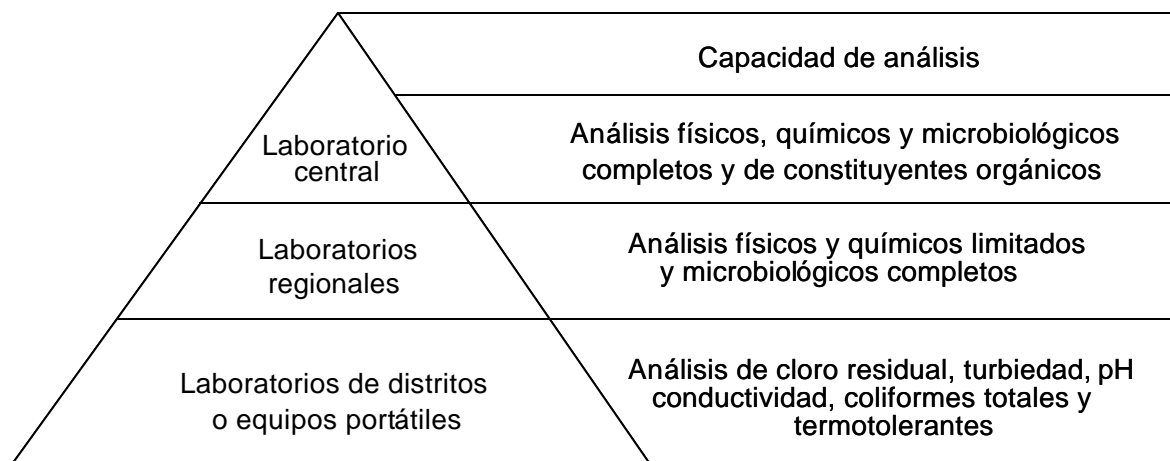
Cuando no sea posible implementar laboratorios con amplia capacidad analítica, podrá optarse por laboratorios modestos, en los que se realice un número relativamente pequeño de determinaciones sencillas, especialmente de los parámetros críticos y se derivarán los análisis de metales pesados y compuestos orgánicos a los laboratorios especializados. Normalmente, el número de determinaciones por año de metales pesados y compuestos orgánicos es limitado y su ejecución demanda equipos sofisticados y personal altamente capacitado, lo que es muy difícil de disponer en pequeños laboratorios.

Con respecto a la organización del sistema de laboratorios de vigilancia, casi siempre será necesario contar con una estructura basada en un laboratorio central, cierto número de laboratorios regionales y una serie de laboratorios básicos distritales. Esta estructura se puede complementar con personal que disponga de equipos portátiles para efectuar las mediciones in situ de los parámetros más importantes a fin de conseguir una mayor descentralización y cobertura.

El laboratorio central o de referencia debería estar acreditado o en su defecto certificado por algún organismo de reconocido prestigio en la Región o en el mundo y equipado para realizar toda la serie de parámetros establecidos en la norma de calidad del agua para consumo humano. Este laboratorio, además de cumplir con la realización de estas determinaciones y de garantizar la plena calidad de sus propios análisis a través de un programa de aseguramiento de la calidad, debe ejercer un control externo de la calidad de los análisis realizados por los laboratorios más pequeños.

Los laboratorios regionales deben estar en capacidad de realizar una serie de diferentes análisis fisicoquímicos y microbiológicos, los que deben estar sujetos a programas de aseguramiento de la calidad para garantizar la calidad de los mismos. Además, deben ser capaces de prestar servicio de apoyo a los laboratorios de los distritos o al personal que realiza pruebas con equipos portátiles. La figura 3 presenta un esquema que muestra la capacidad de análisis que podrían tener los diferentes niveles de laboratorios encargados de la vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano.





**Figura 3. Ejemplo de la capacidad analítica de los laboratorios del sistema de vigilancia**

Otro elemento de suma importancia para las labores de vigilancia o control de la calidad del agua para consumo humano es el transporte. El medio de transporte se debe adecuar a las condiciones climáticas, al terreno y a las costumbres locales. Las diversas posibilidades incluyen el empleo de vehículos de cuatro ruedas de tracción simple o doble, motos, bicicletas, animales de carga y botes, aparte del transporte a pie. Entre los factores para determinar el medio de transporte más adecuado se debe tener en cuenta el tiempo que media entre la toma de muestras y la llegada al laboratorio. Adicionalmente, es necesario considerar los costos operativos y de mantenimiento de esos medios, así como su vida útil.

En diversas zonas se ha comprobado que una moto debidamente acondicionada es un vehículo que se adapta con mucha facilidad a las condiciones requeridas por los programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Generalmente, son capaces de transportar tanto los equipos portátiles de análisis como el material de capacitación, por lo que se constituyen en una opción mucho más barata, capaz de transportar rápidamente al personal sobre cualquier tipo de terreno y menos sujeta a que sea requisada para otros fines.

Adicionalmente, el personal debe contar con las facilidades necesarias para el adecuado cumplimiento de sus responsabilidades, tales como identificación, vestimenta adecuada a las condiciones climáticas del área de trabajo, facilidades para la preservación y el transporte de muestras de agua y artículos de escritorio que posibiliten la toma de información en el campo.

c) Recursos económicos y financieros

Generalmente, el gobierno central o los gobiernos regionales financian a la institución encargada de las actividades de vigilancia sanitaria de nivel nacional o regional, en cumplimiento de la política del Estado de salvaguardar la salud de la población.

En las ciudades mayores, donde se cuenta con un organismo responsable por el abastecimiento del agua, gran parte del costo que demanda la vigilancia sanitaria suele ser

asumido por el abastecedor, mediante el aprovechamiento de los resultados de las actividades del control de la calidad del agua que ella suministra. De esta manera, automáticamente el costo de la vigilancia sanitaria es trasladada al usuario por medio de la tarifa de agua.

En lo que respecta a la vigilancia y el control de los pequeños y medianos sistemas de abastecimiento de agua rurales, en donde la relación costo beneficio es mucho mayor que para las localidades mayores, se hace necesario adoptar estrategias dirigidas a reducir al mínimo los costos por la vigilancia y el control, principalmente en las partidas de laboratorios, personal y transporte que normalmente son los que demandan los mayores gastos. Una forma de actuar en este sentido consiste en aprovechar las estructuras organizacionales existentes en las comunidades, tales como los comités responsables por el manejo de los sistemas de abastecimiento de agua y los promotores comunitarios de salud.

Los viajes repetidos a las localidades rurales para la toma de muestras de agua o para informar sobre el estado de las instalaciones a las autoridades de la comunidad resultan caros, por lo que debe realizarse todo el esfuerzo posible para reducir al mínimo las actividades innecesarias. En tales casos, se debe evaluar la posibilidad de que el personal pernocte en las comunidades y el empleo de equipos portátiles de análisis de agua *in situ*. De este modo, antes de la partida del personal encargado de la vigilancia o control podrán entregar los resultados de la evaluación a los responsables de la comunidad para que implementen las medidas correctivas pertinentes dirigidas al mejoramiento de la calidad del agua en el sistema de abastecimiento de agua. Además, muchas veces resulta oportuno que el personal de vigilancia aproveche su permanencia en la comunidad para que se encargue de la capacitación de los miembros del comité de administración en los aspectos de gerencia del sistema de abastecimiento de agua y de capacitación de los promotores comunitarios de salud en los aspectos de salud e higiene.

### 2.2.3 Capacitación

El éxito de los programas de vigilancia y control de la calidad del agua depende de la calidad y cantidad de recursos humanos, por lo que se hace necesaria la implementación de programas continuos de capacitación. La capacitación, a diferencia de la educación, es un proceso no formal de autoaprendizaje permanente, por lo tanto, se orienta hacia el crecimiento del hombre, al perfeccionamiento de sus facultades, de su capacidad creadora y de sus valores profesionales y sociales. Este crecimiento humano integral beneficia directamente a las instituciones en las que desarrolla su trabajo. Por ello, la misión de la capacitación es orientar a todo el personal vinculado con las tareas de vigilancia y control, así como a los miembros de las comunidades rurales, tanto a los promotores comunitarios de salud, como a los que cumplen funciones administrativas de modo que apoyen la realización de las actividades de vigilancia y control de la calidad del agua. Al efecto, debe proporcionarse los conocimientos y las destrezas necesarias para el desarrollo correcto de las tareas y alcanzar los fines institucionales y sus objetivos individuales para que brinden una buena calidad del agua para consumo humano mediante acciones planificadas y permanentes. También debe incluir prácticas gerenciales y capacidades técnicas, acordes con la descentralización y otras innovaciones planteadas por la modernización del Estado.

El mantener actualizado al personal encargado de la vigilancia y el control requiere de la institucionalización de la capacitación, de un local apropiado, oficinas, personal técnico capacitado y suficiente. Todo ello complementado con la asignación presupuestaria que asegure la realización continua de eventos de calidad y en número suficiente para garantizar la transferencia tecnológica a los responsables de las tareas de vigilancia y control. Estos programas de capacitación deben ser planificados para ser realizados de manera permanente a fin de mantener actualizado al personal en funciones y de capacitar al nuevo personal de relevo como consecuencia del alejamiento, jubilación o rotación del personal.

Los temas en los que normalmente debe impartirse capacitación son:

- Vigilancia y control
  - Conceptos básicos
  - Planificación
  - Ejecución
  - Inspección sanitaria y operacional
- Muestreo
  - Toma de muestras
  - Preservación
  - Identificación
- Transporte
- Manejo de equipos portátiles de análisis
- Análisis de agua
  - Físico
  - Químico
  - Bacteriológico
- Control de calidad analítica
- Procesamiento de información
- Identificación y elección de medidas preventivas y correctivas
- Auditorías
  - Muestreo
  - Análisis
  - Inspección sanitaria y operacional
  - Institucional
- Elaboración de informes.

#### *2.2.4 Educación sanitaria*

La educación es un proceso formal a través del cual el hombre evoluciona y se perfecciona como ser humano, individual y colectivamente, dentro de un ambiente cultural determinado. Dentro del concepto señalado, los programas de educación sanitaria están destinados a crear en la población el deseo de tener sistemas seguros de abastecimiento y de mantenerlos adecuadamente a fin de lograr su sostenibilidad en el tiempo. Esto se logra mediante la concientización sobre el uso adecuado, conservación y manipulación del agua al nivel del

consumidor para conservar la calidad y hacer un uso racional del mismo. Se complementa con aspectos de higiene y manipulación de alimentos, higiene de la vivienda, higiene personal y disposición de excretas, a fin de coadyuvar al objetivo supremo de contribuir a disminuir las enfermedades relacionadas con el agua. Los campos de actuación de la educación sanitaria varían según se trate del medio urbano, urbano-marginal o rural.

En el medio rural, la educación en materia de higiene puede abarcar muchas actividades que deben estar basadas en el comportamiento de la comunidad, en las condiciones climáticas y en los tipos de enfermedades prevalentes en dichas área de intervención. Para la planificación de la educación sanitaria en materia de higiene, en primer lugar se debe dialogar con la comunidad y los organismos locales; identificar el comportamiento de la comunidad en relación con la higiene; y evaluar la posible influencia del programa de educación sanitaria en los comportamientos identificados previamente. La preparación del plan de acción para la educación en materia de higiene requiere responder a las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo incentivar la participación de la comunidad?
- ¿Quién es el grupo objetivo al cual debe dirigirse la educación?
- ¿Cuál debe ser el contenido del programa de educación?
- ¿Quiénes deben impartir la educación en materia de higiene?
- ¿Qué métodos educativos se deben aplicar?
- ¿Qué apoyo debe prestar el organismo de vigilancia?

Asimismo, durante las campañas de educación en el medio rural, es necesario tener presente que los comportamientos en materia de higiene son particularmente difíciles de modificar porque guardan relación con las actividades cotidianas, son comunes a toda la comunidad y forman parte de la cultura y de las tradiciones. Debe entenderse que el mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua, del saneamiento y de la higiene forma parte del proceso general de desarrollo de la comunidad. Por ello, es importante trabajar con todos los pobladores de la comunidad y en particular con los niños de las escuelas, hacerles intervenir en todas las fases de la educación en materia de higiene y aplicar métodos educativos que estimulen y capaciten a las personas para que hagan suyos los nuevos hábitos y costumbres sanitarias.

La educación en materia de higiene debe incidir fundamentalmente en los comportamientos siguientes:

- preservación de las fuentes de agua
- recolección del agua
- almacenamiento del agua
- protección del agua para consumo humano
- uso y conservación del agua en general
- manipulación de alimentos
- evacuación de excretas
- evacuación de las aguas residuales.

Sin embargo, algunas veces resulta más beneficioso centrar la atención en un número mínimo de comportamientos que tratar de influir en todos los enumerados anteriormente. Los comportamientos deben seleccionarse sobre la base de los beneficios probables que su modificación o mejoramiento aporte a la salud pública de la comunidad. Por ello, es de esperar que el mayor beneficio para la salud de los usuarios de los servicios rurales y urbano-marginales de abastecimiento de agua se obtenga mediante acciones de educación centradas en las prácticas de higiene que las intervenciones de vigilancia han revelado como prioritarias.

### *2.2.5 Encuestas*

Las encuestas se aplican para determinar el estado físico, administrativo y operacional de los sistemas de abastecimiento de agua a fin de identificar los factores de riesgo tanto materiales como humanos que influyen en la calidad del agua, en los procesos de tratamiento y de distribución del agua, en los aspectos administrativos e institucionales, así como en los niveles de higiene y hábitos sanitarios.

Las encuestas están compuestas por una serie de secciones dirigidas a evaluar cada una de las partes físicas del sistema de abastecimiento de agua o de los aspectos institucionales o administrativos de interés, ya sea para el programa de vigilancia o control. En la elaboración de las encuestas debe asegurarse que las preguntas sean las menos posibles y que tengan relación directa con el objetivo de las actividades de vigilancia o de control. Muchas veces, se pretende aprovechar las encuestas para obtener información adicional de dudoso valor que entorpece la recolección de información con la consiguiente pérdida de confiabilidad de las respuestas o resultados obtenidos. Finalmente, las preguntas deben ser precisas y redactadas de tal manera que minimicen falsas interpretaciones por parte del encuestador.

Los formularios que normalmente se aplican en los programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano pueden ser los siguientes:

- Datos básicos sobre el sistema de abastecimiento de agua y características físicas de cada uno de los componentes que lo conforman.
- Aspectos físicos de cada uno de los componentes que pongan o puedan poner en peligro la conservación de la calidad del agua para consumo humano. Estas características se consignan en el formulario de inspecciones sanitarias.
- Indicadores destinados a evaluar la calidad del agua y del servicio de abastecimiento, incluido el aspecto de calidad física, química y microbiológica del agua para consumo humano en las salidas de las plantas de tratamiento o fuentes de abastecimiento, bien sea superficial o subterráneo, componentes de cabecera del sistema de distribución y red de distribución.
- De ser posible, evaluación de la calidad del agua a nivel intradomiciliario y encuestas para determinar los hábitos de higiene de la población atendida. Esto último puede tener mayor interés en el caso de poblaciones de bajos recursos o de pequeñas y medianas localidades rurales.

- Indicadores de la gestión operativa de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento de agua y de la gestión administrativa del programa de control de la calidad del agua.

## 2.3 **Información**

### 2.3.1 *Aplicación de la información sobre vigilancia*

La información obtenida por el organismo de vigilancia no solamente es útil para el aseguramiento de la calidad del agua de consumo humano al proteger al consumidor de la presencia de agentes patógenos, físicos y químicos en el agua, sino que la sistematización integral de la información de vigilancia tiene beneficios complementarios y de gran utilidad para identificar: a) necesidades de ampliación de la infraestructura de saneamiento básico, b) acciones de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua, c) requerimientos de capacitación del personal encargado de la operación, mantenimiento y administración de los servicios de agua y saneamiento, d) medidas de mitigación para la preservación y contaminación de las fuentes de agua, e) actualización de los reglamentos, normas y códigos de prácticas relacionadas con la preservación y conservación de calidad de las aguas de consumo humano. Adicionalmente, la sistematización de la información regional o del país facilita la identificación de las necesidades en el sector agua y saneamiento y, por ende, ayuda a planificar las futuras inversiones nacionales en cuanto a ampliación de la cobertura y en el mejoramiento y rehabilitación de los servicios de abastecimiento de agua, capacitación, etc.

- **Mejoramiento del servicio.** El monitoreo continuo de la calidad del agua lleva a asegurar que el sistema de distribución, como un todo, opere satisfactoriamente y proporcione un producto que cumpla con las normas de calidad del agua para consumo humano.
- **Rehabilitación del sistema.** De igual modo que en el caso anterior, tanto la vigilancia como el control de la calidad del agua permiten identificar áreas físicas del sistema de abastecimiento con deficiencias, que normalmente necesitan intervenciones correctivas, que se traducen en la ejecución de obras de restauración o reconstrucción.
- **Inversión en abastecimiento de agua.** La información obtenida de las actividades de vigilancia y control también puede ser empleada en la planificación de las obras de ampliación, mejoramiento y rehabilitación de los servicios de abastecimiento de agua así como en la determinación de las respectivas inversiones a nivel nacional o regional.
- **Capacitación.** Muchas veces la recontaminación del agua para consumo humano es consecuencia de las actividades realizadas por el abastecedor, principalmente durante la operación o mantenimiento rutinario del sistema de abastecimiento de agua. Comúnmente, la causa principal de esta recontaminación está vinculada con la aplicación de procedimientos incorrectos debido a los limitados conocimientos del personal responsable con respecto a la

aplicación de procedimientos sanitarios que permitan conservar y preservar la calidad del agua dentro del sistema de distribución.

- **Actualización de las normas de calidad del agua para consumo humano.** La meta de las normas de calidad del agua para consumo humano es asegurar la eliminación o reducción, por debajo de los niveles perjudiciales a la salud humana y para el bienestar de la comunidad, de los microorganismos y sustancias nocivas a la salud de los consumidores. La vigilancia tiene como uno de sus objetivos, la revisión y ajuste periódico de las normas de calidad del agua para consumo humano a fin de asegurar que el público sea abastecido con agua segura y exenta de todo peligro, daño o riesgo a la salud humana. Asimismo, la información de vigilancia puede ser empleada para revisar y actualizar los reglamentos y códigos de prácticas relacionados con la conservación y preservación de la calidad del agua de consumo humano en los aspectos de diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua, así como de los materiales constructivos y productos químicos susceptibles de ser empleados en la implementación y operación de los servicios de agua.
- **Preservación de los cursos y cuerpos de agua.** Al igual que en el caso anterior, la información de la calidad de las aguas para consumo humano puede ayudar a definir o establecer las políticas nacionales de protección o descontaminación de los cursos y cuerpos de agua.

En la figura 4 se presenta la manera en que puede ser aprovechada la información de vigilancia y control en el mejoramiento de la calidad del agua y de los servicios de abastecimiento de agua.

### 2.3.2 *Flujo de información*

La comunicación entre el abastecedor de agua y el órgano de vigilancia debe ser fluida, sin restricciones y con permanente diálogo. El abastecedor de agua tiene la obligación de reportar a la oficina local, regional o nacional de vigilancia sanitaria u operacional, si fuera el caso, todos los datos e información obtenidos en la ejecución de su programa de control de la calidad del agua en el sistema que administra. Por su parte, el órgano de vigilancia sanitaria u operacional debe hacerle un seguimiento estricto, en especial, de los procedimientos de obtención de la información de campo, toma de muestras, métodos analíticos empleados en el análisis de las muestras de agua, manejo de datos, entre otros, para verificar la veracidad de los resultados y si ellos se ajustan a lo establecido por el organismo encargado de la vigilancia sanitaria.

Para los casos de emergencia o de fuerza mayor, se debe prever que la información fluya más rápidamente, a fin de coordinar y tomar las medidas correctivas en forma oportuna y conjunta. Este impacto es sumamente beneficioso para ambas instituciones porque la población atendida podrá apreciar la existencia de un esfuerzo conjunto entre el abastecedor de agua y el órgano de vigilancia en favor de su salud y de su bienestar. En las figuras 2.4 y 2.5 se presentan modelo de flujos de información a cargo del abastecedor y del órgano de vigilancia en general.

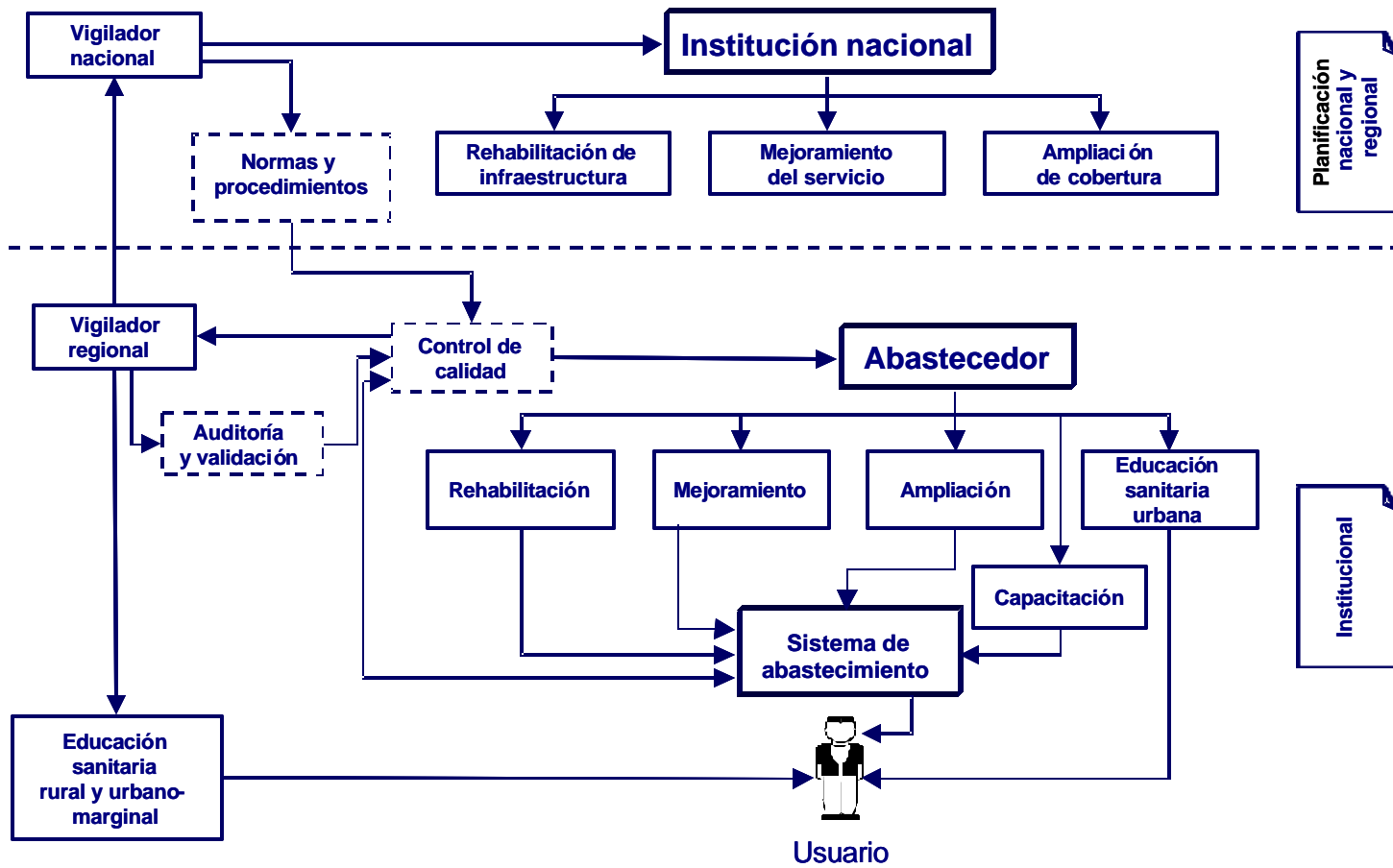


Figura 4. Uso de la información de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano



En todo momento, el abastecedor deberá evitar ocultar información y el órgano de vigilancia no deberá actuar como inquisidor porque ello conlleva a que la relación entre ambas instituciones pueda volverse conflictiva y más aún si ambas dependencias pertenecen a diferentes sectores, lo que podría originar un problema de tipo político con graves consecuencias para la imagen del abastecedor de agua.

### *2.3.3 Procesamiento de información e informes*

El procesamiento de datos produce información y es el uso de esta información generada por el programa de vigilancia o control lo que hace posible el mejoramiento racional de los sistemas de abastecimiento de agua, donde el término **racional** implica que los recursos humanos y económicos disponibles son empleados con la máxima eficiencia para beneficio de la salud pública.

La información obtenida por el abastecedor en cuanto a la calidad del agua suministrada por él y en cuanto a los defectos que presenta el sistema de abastecimiento de agua, obtenida a través de la inspección sanitaria, debe ser validada de manera que los datos representen lo más fidedignamente la calidad del agua suministrada y la situación de la infraestructura. En el proceso de validación podrá descartarse información poco consistente o inconsistente desde el punto de vista analítico (análisis fisicoquímicos o microbiológicos), así como del cualitativo o apreciativo en lo que respecta a inspecciones sanitarias; de modo que la información a ser procesada y analizada sea totalmente confiable. El proceso de validación de la información analítica se realiza mediante pruebas de garantía de la calidad y control de calidad, mientras que la validación de las inspecciones sanitarias se ejecuta por medio de la reinspección aleatoria de un porcentaje de las instalaciones evaluadas.

Los resultados aceptables o confiables deben almacenarse en una base de datos y mediante programas definidos se debe proceder a la clasificación y correlación de la información para identificar los problemas, así como sus causas. De esta manera, será posible identificar las medidas correctivas pertinentes.

El abastecedor de agua debe clasificar la información validada en función de los grandes componentes que conforman el sistema de abastecimiento de agua como son: fuente de agua, salida de planta de tratamiento o fuentes de agua subterránea, salida de componentes del sistema de distribución, red de distribución y conexiones intradomiciliarias. El procesamiento de la información debe ser ejecutado para el nivel científico, profesional, gerencial y público, teniendo cada uno de ellos una particularidad definida.

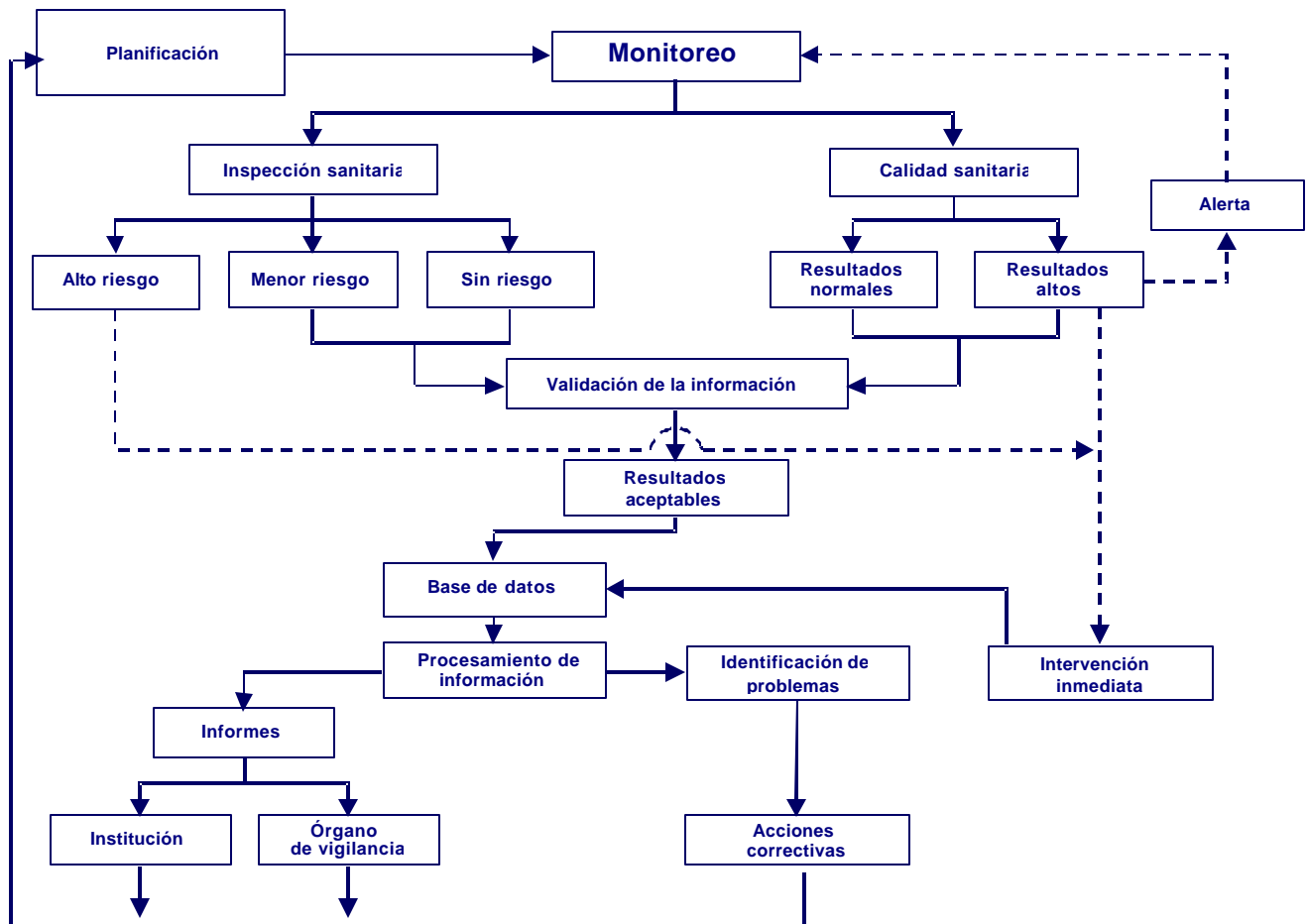
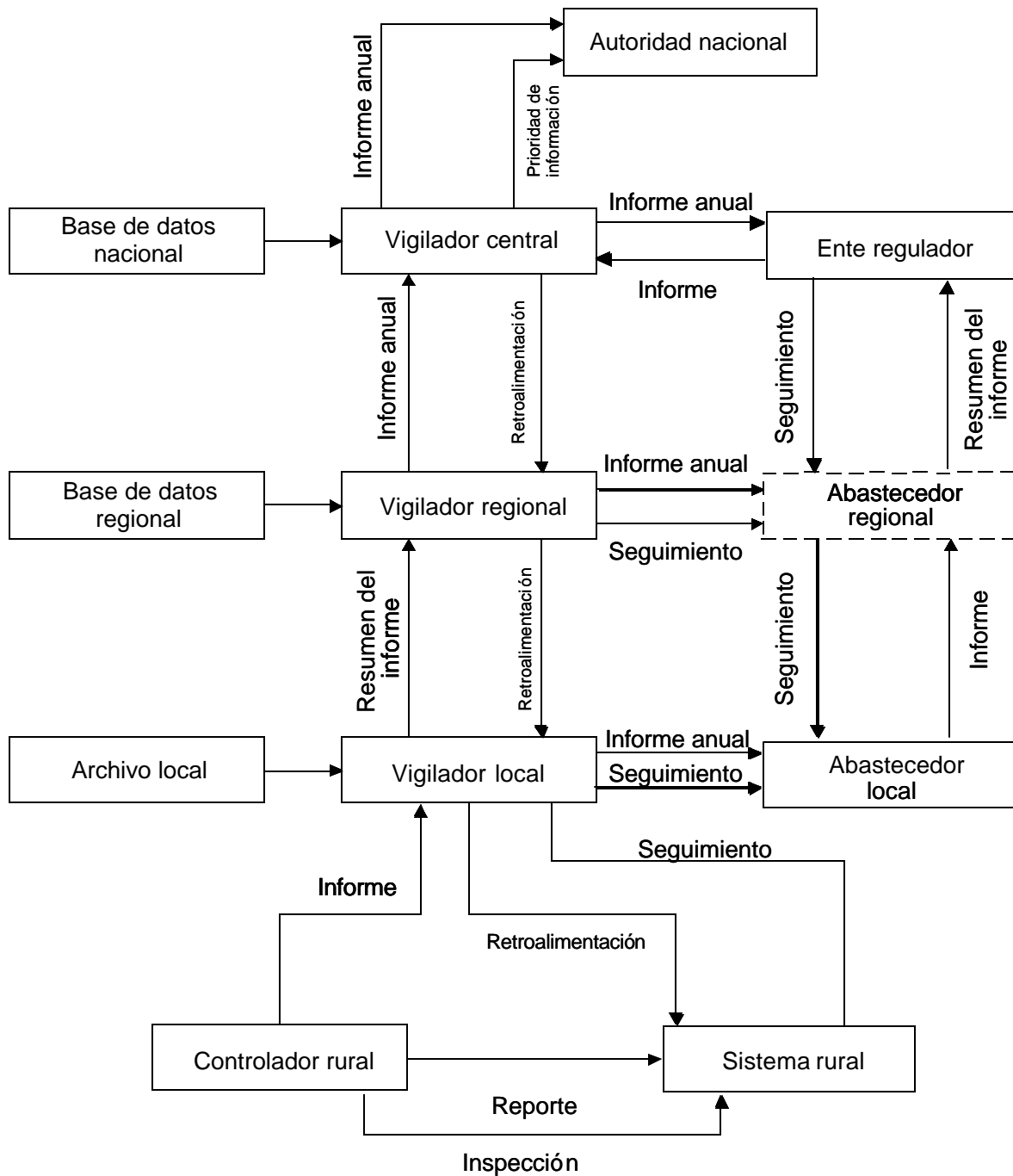


Figura 5. Flujo de información para el abastecedor



**Figura 6. Vigilancia del flujo de información sobre la calidad de los servicios de abastecimiento de agua**

Normalmente, el nivel científico tiene a disposición la integridad de la base de datos y su trabajo se dirige a manejar esta información a fin de buscar explicaciones a casos o fenómenos de difícil interpretación. La información del nivel profesional es principalmente operativa, porque le facilita identificar prontamente los defectos o problemas que aquejan al sistema de abastecimiento de agua. El nivel gerencial, como su nombre lo indica, es para que la alta dirección de la empresa defina las estrategias y acciones conducentes al mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua. Finalmente, el nivel público está dirigido a poner en conocimiento de los usuarios la calidad que está siendo suministrada por el abastecedor. Este último reporte debe ser considerado como de apoyo a las actividades del área de relaciones públicas.

## **2.4 Sanciones**

La vigilancia debe ser esencialmente una función de apoyo, notificación y custodia y sólo en último lugar una función de sanción por incumplimiento de las normas. Sin embargo, es necesario que el marco legal especifique las penas, incluidas las multas por infracciones aisladas y repetitivas. A los administradores o directores de la institución abastecedora se les debe considerar como responsables personales por las infracciones graves que atentan contra la salud de los consumidores, cuando se demuestre que el deterioro de la calidad del agua se debió a actos de negligencia o mala gestión del personal.

Aunque el alcance del programa de vigilancia es el aseguramiento de la calidad del agua suministrada y la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas en salvaguarda de la salud de los consumidores, también debe considerar la protección de los abastecedores ante la posibilidad de que se les considere injustamente responsables de suministrar agua de calidad inferior.

Finalmente, las sanciones también deben considerar los casos en que los abastecedores se nieguen a remitir los informes periódicos al órgano de vigilancia, así como de notificar a la población determinadas medidas para proteger la salud de los mismos cuando se presenten situaciones de emergencia, como es el caso de contaminación bacteriana o química accidental.

## **3. Consideraciones metodológicas**

### **3.1 Consideraciones generales**

#### **3.1.1 Niveles de vigilancia y control**

En la elaboración de los programas de vigilancia sanitaria u operacional o control de la calidad del agua es necesario tener en cuenta los recursos existentes como laboratorios o red de laboratorios, personal calificado, respaldo financiero, facilidades de transporte, etc. La disponibilidad de estos recursos, conjuntamente con los dispositivos legales relacionados con la calidad del agua (normas o reglamentos), ayudan a definir el nivel de control de calidad que pueda emprender el abastecedor de agua en su área de servicio o lo que el organismo de vigilancia sanitaria pueda exigir en el país, en una región o en una localidad.

En un inicio, los programas de vigilancia sanitaria y control pueden ser simples, de bajo costo y alto impacto a través de la implementación de solamente las inspecciones sanitarias de las obras físicas que conforman el sistema de abastecimiento de agua. Este tipo de intervención permite identificar los principales defectos de los componentes que ponen en peligro la preservación y conservación de la calidad del agua para el consumo humano dentro del sistema de abastecimiento. Posteriormente, se podrá complementar con la ejecución de determinaciones de cloro residual y otros parámetros operativos básicos tales como turbiedad, pH, etc. Estas últimas determinaciones podrán iniciarse en los reservorios de cabecera para continuar con los diferentes componentes del sistema de distribución y con las redes primarias hasta llegar al nivel de redes secundarias. Una vez iniciada y consolidada la determinación de los parámetros básicos mencionados, se podrá proseguir con la determinación de coliformes totales y termotolerantes en la misma secuencia indicada anteriormente y si se cuenta con un laboratorio de análisis fisicoquímico se podrán realizar los análisis volumétricos y algunos colorimétricos simples hasta llegar a cubrir las determinaciones analíticas más complejas, como son las de metales pesados y compuestos orgánicos.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expresado, es posible establecer cinco niveles de vigilancia o control que van desde un “inicial” y aplicable en los países, regiones o localidades en donde se tiene muy poca experiencia en estos tipos de programas, hasta uno “completo”, de características similares a los implementados en los países o regiones desarrollados y en donde se han controlado las enfermedades relacionadas con la calidad del agua.

En la definición del nivel de vigilancia y control es necesario tener en cuenta la situación real de los programas de control con que cuentan cada uno de los servicios de abastecimiento de agua y la capacidad de respuesta de la institución responsable por la vigilancia a nivel de país y regiones, a fin de no exceder sus capacidades de respuesta. Una vez alcanzada una buena eficiencia y eficacia en el nivel de trabajo adoptado, se podrá acceder al nivel inmediatamente superior, pero en ningún caso se deberá optar por pasar a niveles por encima de la capacidad de respuesta de las instituciones involucradas porque normalmente ello se traduce en fracasos. El ciclo de programación y reprogramación por las autoridades competentes deberá repetirse hasta que alcanzar la meta deseada.

En el cuadro 3 se presentan una matriz que correlaciona la situación institucional y los niveles de vigilancia propuestos anteriormente y en el cuadro 4 se identifican las principales actividades de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano en cada uno de los cinco niveles. A su vez, en el cuadro 5 se muestran los principales requisitos que deben ser cumplidos en cada nivel de vigilancia o control.

**Cuadro 3. Niveles propuestos sobre la base de la situación institucional del país o región**

Nivel		Situación del país o región
I	Inicial	No disponen de programa formal ni de las correspondientes autoridades
II	Básico	Disponen de programa mínimo con graves limitaciones de alcance y eficiencia
III	Intermedio	Tienen programa aplicable a las grandes ciudades
IV	Avanzado	Disponen de programa aplicable a grandes y medianas ciudades y en forma limitada a las localidades rurales
V	Completo	Cuentan con programas análogos a los de los países o regiones en donde se han controlado las enfermedades transmitidas por el agua

**Cuadro 4. Actividades por nivel de intervención para la vigilancia o control del agua para consumo humano**

Actividades	Niveles				
	I	II	III	IV	V
Inspecciones sanitarias en componentes del sistema de distribución	X	X	X	X	X
Análisis de parámetros elementales en componentes y redes primarias	X	X	X	X	X
Análisis de parámetros elementales en redes secundarias*		X	X	X	X
Cuantificación de indicadores de calidad microbiológica en componentes y redes primarias		X	X	X	X
Cuantificación de indicadores de calidad microbiológica en redes secundarias			X	X	X
Cuantificación de indicadores de calidad microbiológica en fuentes y viviendas			X	X	X
Análisis fisicoquímico básico			X	X	X
Análisis fisicoquímico intermedio				X	X
Análisis fisicoquímico completo					X

\* Los análisis elementales están representados por pH, turbiedad, cloro residual y características organolépticas.

**Cuadro 5. Principales requisitos por niveles de intervención**

Actividad	Nivel				
	I	II	III	IV	V
<b>Leyes y reglamentos</b>	Elemental	Fundamental	Medio	Evolucionado	Pleno
<b>Alcance de las normas de calidad del agua</b>	Riesgo sanitario	Riesgo sanitario y parámetros bacterianos	Riesgo sanitario y parámetros bacterianos y fisicoquímicos básicos	Riesgo sanitario y parámetros bacterianos y fisicoquímicos intermedios	Riesgo sanitario y parámetros bacterianos y fisicoquímicos avanzados
<b>Personal responsable por la vigilancia y el control</b>	Básico sin capacitar	Básico	Básico capacitado	Intermedio	Intermedio a altamente capacitado
<b>Operadores de las instalaciones de agua</b>	Básico sin capacitar	Básico	Básico capacitado	Intermedio	Intermedio a capacitado
<b>Aplicación de encuestas sanitarias</b>	Grandes ciudades	Principales ciudades	Principales ciudades e intermedias	Todas las ciudades urbanas y algunas rurales	Todas las ciudades urbanas y rurales
<b>Aprobación de fuentes de agua</b>	Ninguna	Principales ciudades	Ciudades principales e intermedias	Todas las ciudades urbanas y algunas rurales	Todas las ciudades urbanas y rurales
<b>Toma de muestras</b>	Principales ciudades	Principales ciudades	Ciudades principales e intermedias	Todas las ciudades urbanas y algunas rurales	Todas las ciudades urbanas y rurales
<b>Métodos estandarizados*</b>	Cloro residual	Bacterianas y cloro residual	Bacterianas, fisicoquímicas básicas	Microbiano, fisicoquímicas intermedias	Microbiano y fisicoquímicas completas
<b>Laboratorios**</b>	Equipo simple de análisis	Laboratorios portátiles	Laboratorios básicos no especializados	Laboratorios básicos especializados	Laboratorios regionales especializados
<b>Normas de diseño de sistemas de agua</b>	Ninguna	Básicas	Elemental	Intermedio	Completo
<b>Normas de materiales de construcción</b>	Ninguna	Básica	Elemental	Intermedio	Completo
<b>Reglamentos complementarios (cisternas, agua embotellada, etc.)</b>	Ninguna	Básica	Elemental	Intermedia	Completo

\* Las determinaciones bacterianas incluyen principalmente al coliforme total y termotolerante y las determinaciones microbiológicas para la identificación de protozoarios, helmintos y otros microorganismos acuáticos.

\*\* A partir del nivel medio se requiere contar con un laboratorio central de referencia.

### 3.1.2 Alcances

Al existir una notoria diferencia entre la planificación integral para la vigilancia en general y el control del agua para consumo humano, y las intervenciones a nivel urbano y rural, en el presente documento se definen procedimientos metodológicos para cada uno de ellos.

En líneas generales, en la planificación de las intervenciones para la vigilancia y el control es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Identificación de las características básicas del sistema de abastecimiento de agua
- Normas de calidad del agua con énfasis en las determinaciones a ser realizadas, frecuencia de muestreo, puntos de muestreo, etc.
- Ejecución
  - Evaluación de la calidad del agua
  - Inspección sanitaria y operativa
  - Inspección institucional
  - Garantía de la calidad de la información
- Procesamiento de la información
- Identificación de las acciones correctivas
- Elaboración de informes

En líneas generales, las consideraciones metodológicas que se proponen pretenden:

- Determinar la calidad del agua para consumo humano suministrado por las empresas prestadoras del servicio de abastecimiento de agua.
- Identificar los defectos sanitarios de los diferentes componentes del sistema de abastecimiento que representan riesgos a la conservación y preservación de la calidad del agua para consumo humano.
- Evaluar la efectividad de los procesos de la planta de tratamiento de aguas superficiales o subterráneas.
- Identificar los procedimientos correctivos para el restablecimiento y mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano.
- Evaluar la capacidad institucional del abastecedor para realizar el control de la calidad del agua.
- Identificar las localidades y las zonas de abastecimiento más vulnerables y de alto riesgo a la salud de los usuarios de los servicios de abastecimiento de agua.
- Planificar los programas de muestreo del órgano vigilador para validar la información proporcionada por el abastecedor.
- Auditar las actividades del abastecedor en relación con el control de la calidad del agua suministrada a la población y otros aspectos de la operación y mantenimiento del servicio.
- Supervisar la aplicación de las medidas correctivas.



- Mejorar las normas de calidad del agua, reglamentos relacionados con los procesos constructivos y materiales empleados en la edificación de los sistemas de abastecimiento de agua.
- Certificar la calidad del agua que consume la población atendida por el abastecedor.
- Sistematizar la información proporcionada por el abastecedor.
- Planificar las inversiones de ampliación, mejoramiento o rehabilitación de los servicios de abastecimiento de agua.

### *3.1.3 Campos de actuación*

Los campos de actuación para la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano tanto al nivel urbano como rural son:

- **Fuente.** Dependiendo del origen superficial o subterráneo del agua y de los factores naturales o artificiales que afecten su calidad, la fuente de abastecimiento de agua puede tener influencia en la salud de los consumidores y debe prestarse especial atención en cuanto a su protección, calidad y tratabilidad. Las fuentes están representadas principalmente por las aguas crudas de los ríos, lagos, embalses, pozos, galerías de infiltración y manantiales.
- **Planta de tratamiento.** La eficiencia de la planta de tratamiento en la remoción de los compuestos que afectan la aceptabilidad del agua para consumo humano o la salud de los consumidores, está influenciada por la calidad del agua cruda y en especial por su operación, mantenimiento y control de los procesos de tratamiento, los cuales deben ser más exigentes cuando las fuentes se encuentren altamente contaminadas. En este nivel también se puede considerar el agua tratada que es suministrada a la red de distribución por los pozos, galerías de infiltración y manantiales.
- **Sistema de distribución de agua.** El agua tratada y distribuida a través del sistema de suministro debe ser preservada y conservada hasta ser entregada al usuario a fin de asegurar que cumpla con las normas fisicoquímicas y microbiológicas, que es segura para el consumo humano y que por lo tanto no representa ningún peligro a la salud de los consumidores. A este respecto se considera la evaluación de:
  - componentes del sistema de distribución (reservorios, cámaras de bombeo, surtidores, etc.), y
  - sistema de distribución propiamente dicho.
- **Intradomiciliario.** En el medio urbano, normalmente este aspecto no es considerado en los programas de control de calidad en vista de que la responsabilidad del abastecedor solamente alcanza hasta el límite de la propiedad del consumidor. Sin embargo, muchas veces resulta beneficiosa para el abastecedor la evaluación intradomiciliaria, a fin de dilucidar responsabilidades.

En el medio rural, principalmente en aquellas localidades en donde la evaluación de la calidad del agua es esporádica y el órgano evaluador cumple el papel de vigilador y controlador, el muestreo intradomiciliario debe ser parte de la evaluación a fin de identificar los alcances de los programas de educación sanitaria.

Adicionalmente, en el caso específico de la vigilancia se debe considerar los siguientes aspectos:

- **Auditoría.** A fin de que el órgano vigilador pueda hacer suyo y sin restricciones la información obtenida por el abastecedor, es necesario que el organismo de vigilancia implemente un mecanismo que haga posible la verificación de la información y del grado de cumplimiento de las disposiciones de vigilancia en cuanto a frecuencia de muestreo, parámetros y número de determinaciones, tipos de estaciones de muestreo, control de la calidad analítica y validación de toda la información obtenida por el abastecedor.
- **Validación.** Periódicamente, el órgano vigilador debe proceder a la inspección operacional e inspección sanitaria de algunos componentes y a la toma de muestras en ciertos puntos fijos en el sistema de abastecimiento de agua con el fin de verificar que las actividades de operación y mantenimiento, la inspección sanitaria y los resultados analíticos no muestren desviación notoria de los datos reportados por el abastecedor.
- **Epidemiología.** El órgano vigilador debe acopiar y procesar la información de la vigilancia epidemiológica obtenida por la autoridad pertinente e identificar y seleccionar todas aquellas enfermedades relacionadas con la calidad del agua.
- **Investigación.** La información proporcionada por el abastecedor y los datos epidemiológicos suministrados por la autoridad competente deben ser analizados por el órgano vigilador para determinar si existe alguna correlación entre la calidad del agua y los casos reportados de enfermedades transmitidas por vía hídrica. De existir algún tipo de relación, el órgano de vigilancia procederá a recomendar las medidas correctivas que deben ser aplicadas por el abastecedor y, de ser el caso, podrán ser incorporadas a las normas, reglamentos o especificaciones relacionados con el diseño, operación, mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua.
- **Control de la calidad del agua en áreas con gestión comunitaria.** En las localidades que no son atendidas por un abastecedor de agua, la autoridad de salud asume la responsabilidad del control de la calidad del agua para consumo humano y actúa a través de las administraciones, dirigentes comunales o municipalidad para implementar las acciones correctivas. *A fin de evitar interferencias y malos entendidos dentro de la autoridad de salud, la institución que realice la actividad de control deberá actuar al margen del organismo encargado de la vigilancia sanitaria para minimizar la influencia subjetiva de una doble función antagónica.*

### **3.2 Plan de vigilancia**

El plan de vigilancia suele estar compuesto por un conjunto de programas, subprogramas, actividades y tareas que deben implementarse para ejecutar un proyecto u obra. El plan no llega a definir en detalle el contenido de cada una de las actividades identificadas, es más bien un conjunto de ideas convenientemente fundamentadas que permite tener una idea clara de la secuencia que se debe seguir para lograr el objetivo deseado, los beneficios a ser obtenidos y un estimado del costo que demandará.

La elaboración de un plan de vigilancia debe considerar cuatro aspectos: a) diagnóstico; b) el plan propiamente dicho; c) alternativas de intervención, y d) inversión.

#### **3.2.1 Diagnóstico**

El diagnóstico está dirigido a conocer el escenario geográfico, económico, cultural y de salud del país, así como a presentar el marco jurídico con respecto a la legislación, reglamentos y normas vinculados con las actividades de vigilancia y control. Al respecto, este capítulo podría estar estructurado de la siguiente manera:

- El país
  - Población y distribución poblacional
  - Centros poblados
  - Crecimiento poblacional
  - Situación sobre los servicios de abastecimiento de agua
- Estado de salud
  - Indicadores de salud
  - Prevalencia e incidencia de enfermedades relacionadas con la calidad del agua para consumo humano y el saneamiento e impacto sobre la economía del país
  - Atención prestada por el Ministerio de Salud
- Programas preventivos de salud
  - Programas de salud
  - Inversiones en salud preventiva
- Vigilancia y control
  - Marco legal (legislación, reglamentos, normas, etc.)
- Prevención de enfermedades transmisibles por el adecuado abastecimiento de agua de consumo
  - Programas de vigilancia y control
  - Evaluación del sistema de vigilancia y control

### 3.2.2 *El Plan*

El Plan está dirigido a definir en detalle el campo de actuación de la vigilancia y el control, y el capítulo podría tener el siguiente contenido:

- Generalidades (resumen del plan propiamente dicho)
- Objetivo general y específicos
- Estrategias
- Resultados esperados
- Campos de actuación
  - Fuentes de abastecimiento
  - Producción
  - Red de distribución
  - Evaluación operacional e institucional
  - Etc.
- Alcances del programa de vigilancia y control
  - Niveles de vigilancia
    - Agua suministrada por redes de distribución (urbano y rural)
    - Agua suministrada por grifos públicos, camiones cisterna o fuentes individuales
  - Determinaciones analíticas
    - Salida de la planta de tratamiento
    - Componentes del sistema de distribución y red primaria
    - Sistema de distribución
    - Nivel intradomiciliario
  - Frecuencia del muestreo
    - Bacteriología
    - Fisicoquímica
    - Inspecciones sanitarias
- Programas
  - Operativos
    - 1. Análisis del agua
      - Norma de calidad
      - Laboratorios
        - . Equipamiento mínimo
        - . Control de calidad
      - Muestreo
        - . Procedimientos
        - . Puntos de muestreo

- Procedimientos de análisis
- 2. Inspección sanitaria
  - Centros poblados (con y sin sistemas de abastecimiento)
    - . Urbanos
    - . Rurales
  - Catastro de instalaciones de tratamiento y de componentes del sistema de distribución
  - Procedimientos de evaluación de riesgo (inspección sanitaria)
- 3. Evaluación institucional
  - Organización institucional
  - Capacidad de operación
- Apoyo
- 4. Información
  - Flujo de información
  - Base de datos
  - Evaluación
    - . Calidad del agua
    - . Nivel de servicio
    - . Nivel de riesgo
- 5. Desarrollo institucional
  - Institucionalización del sistema de vigilancia
  - Sistema de seguimiento y notificación
  - Fortalecimiento de los organismos responsables
- 6. Bases legales
  - Revisión y actualización de las normas legales para ajustarlas a los alcances del plan de vigilancia
- 7. Desarrollo de recursos humanos
  - Identificación del personal dedicado a la vigilancia y el control de la calidad del agua para consumo humano
  - Cuantificación de las necesidades de personal
  - Necesidades de capacitación
  - Desarrollo del material de capacitación
  - Formulación del plan de capacitación
- 8. Educación ambiental
  - Educación escolarizada
  - Educación comunitaria
- 9. Vigilancia epidemiológica
  - Enfermedades de notificación obligatoria
  - Correlación de la información de calidad del agua y epidemiológica
- 10. Vigilancia comunitaria (nivel rural y urbano-marginal)
  - Comités de vigilancia.

### 3.2.3 Alternativas de intervención

Considerando los objetivos de la intervención de la vigilancia sanitaria, la amplitud o el alcance de los programas operativos y de apoyo, la capacidad de los laboratorios existentes, el número y la calificación de los profesionales, los recursos económicos, el estado situacional de los programas de vigilancia y control, y sobre todo, las normas y reglamentos vigentes relacionados con la calidad del agua para consumo humano, se procederá a identificar alternativas de intervención técnicamente viables y que respondan a los considerandos indicados líneas arriba.

### 3.2.4 Inversiones

Cada una de las alternativas identificadas anteriormente debe ser cuantificada para determinar su costo y los beneficios inherentes a ella. Al efecto, deberá considerarse para cada alternativa los siguientes aspectos de inversión y costo:

- Inspecciones sanitarias
- Análisis
- Equipamiento de laboratorios
- Transporte
- Sueldos y salarios
- Otros.

De acuerdo con el análisis técnico, económico y político se selecciona la alternativa más ventajosa a los intereses del país o región. Posteriormente se efectúa un análisis más detallado de la alternativa seleccionada y se precisa con mayor detenimiento sus alcances y beneficios. Al efecto se recomienda analizar los siguientes aspectos:

- Características de la alternativa seleccionada (descripción detallada)
- Inversión y costo de implementación de la alternativa seleccionada
  - Inspecciones sanitarias
  - Análisis
  - Equipamiento de laboratorios
  - Transporte
  - Sueldos y salarios
  - Otros.
- Origen y aplicación de los recursos financieros para cumplir con la alternativa seleccionada
  - Origen de los fondos
  - Uso de los fondos.
- Ejecución del plan (cronograma de implementación)

### **3.3 Control de la calidad del agua en el medio urbano**

#### **3.3.1 Planificación**

Considerándose que el control de calidad del agua para consumo humano en el medio urbano constituye parte fundamental de la vigilancia sanitaria y operacional, los lineamientos dispuestos por el órgano de vigilancia sanitaria y del ente regulador, deben tener en cuenta, aparte de la legislación vigente, la capacidad operativa de los abastecedores, así como las facilidades de laboratorio, transporte, y disponibilidad de recursos humanos y financieros.

Con los lineamientos de planificación dispuestos por la autoridad respectiva y las características físicas del sistema de abastecimiento de agua, el abastecedor procederá a elaborar la estrategia y a definir las actividades necesarias para implementar el programa de control de la calidad del agua para consumo humano. Las actividades o tareas que deben ser ejecutadas en esta fase son las siguientes:

- Identificación de los límites de las zonas de abastecimiento de agua
- Definición de los puntos de muestreo y establecimiento de los criterios de muestreo
- Selección de las determinaciones analíticas a ser ejecutadas en cada una de las partes del sistema de abastecimiento de agua
- Determinación de la frecuencia de muestreo y del número de determinaciones analíticas
- Determinación de la frecuencia de las inspecciones sanitarias
- Definición de las necesidades de personal
- Identificación del material de laboratorio complementario
- Estandarización de los procedimientos de muestreo y análisis
- Capacitación del personal responsable
- Diseño o adaptación de los diversos formularios que deben ser empleados en el programa de control de la calidad del agua
- Identificación de las rutas de muestreo
- Establecimiento del flujo de información
- Creación de la base de datos para el procesamiento de la información
- Definición de la modalidad de procesamiento de la información
- Definición del contenido de los reportes periódicos
- Definición de los programas de educación sanitaria.

En el anexo 2 se presenta un listado de las principales actividades que deben tenerse en cuenta en esta etapa.

#### **3.3.2 Ejecución**

Luego de concluida la planificación, se prosigue con la etapa de implementación. El primer paso es la verificación de las características físicas de cada uno de los componentes que conforman el sistema de abastecimiento de agua, luego viene la instalación de las facilidades correspondientes para la obtención de las muestras de agua, y la identificación de los puntos de muestreo en la red de distribución de agua. Una vez concluida esta etapa se procederá al

monitoreo continuo de la calidad del agua en: a) fuentes y plantas de tratamiento; b) componentes; y c) red de distribución; así como a las inspecciones sanitarias en cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de agua. Todos esos datos pasan a constituir la parte medular del programa de control de la calidad del agua para consumo humano y deben ser aprovechados totalmente por el organismo encargado de la vigilancia sanitaria del agua.

Este procedimiento puede ser aplicado para grandes, medianos y pequeños centros urbanos en el medio rural o urbano-marginal, para lo cual bastará seleccionar la información que se juzgue necesaria para cada situación.

### 3.3.3 *Procesamiento de información y elaboración de informes*

Luego de validar los resultados de los análisis de laboratorio y de las inspecciones sanitarias, se procede a procesarlos a fin de identificar la calidad del servicio de abastecimiento de agua que presta el abastecedor y los problemas que afectan la calidad del agua, así como sus causas. De esta manera, será posible identificar las medidas correctivas pertinentes.

La información debe ser agrupada de tal modo que se pueda tener una visión integral de la calidad del servicio en función de los grandes componentes que conforman el sistema de abastecimiento de agua como son: fuentes de agua, salida de plantas de tratamiento, salida de componentes, red de distribución y nivel intradomiciliario, si fuera el caso. A su vez, el procesamiento de la información debe ser ejecutado para los niveles científico, profesional, gerencial y público, teniendo cada uno de ellos una particularidad definida.

En la figura 7 se presenta un esquema de bloques sobre la manera de agrupar la información de entrada, conformada por los datos recolectados al nivel de gabinete, instalaciones de abastecimiento, red de distribución y laboratorio, así como los tipos de informes y resultados que deben obtenerse como información de salida. Esta información, en lo posible, debe ser manejada en forma automatizada y debe reflejar los aspectos más importantes para los diferentes niveles de audiencia.

***Nivel ejecutivo.*** Es un informe en donde se presentan los principales resultados globales y de cada una de las regiones en que se divide la administración del sistema de abastecimiento de agua, si así fuera el caso. El informe debiera contener lo siguiente:

- Porcentaje de muestras positivas (coliformes totales y coliformes termotolerantes)
- Porcentaje de muestras doblemente positivas en componentes y zonas de abastecimiento (coliformes totales y coliformes termotolerantes)
- Porcentaje de muestras que exceden los límites de las sustancias químicas establecidas en las normas de calidad del agua de consumo humano (fuentes superficiales y subterráneas)
- Estado sanitario de los componentes
- Principales defectos en los componentes del sistema de abastecimiento de agua
- Porcentaje de muestras que cumplen con la concentración mínima de desinfectante.

***Nivel técnico.*** Además del informe ejecutivo en donde se realiza una presentación global de la situación del sistema de abastecimiento de agua, se debe exponer en detalle los resultados de



cada región administrativa, destacar los puntos y zonas con deficiencias y complementar con una representación del comportamiento histórico de cada una de las zonas de abastecimiento. El contenido del informe podría estar compuesto de la manera siguiente:

- Porcentaje de muestras positivas (coliformes totales y coliformes termotolerantes)
- Porcentaje de muestras doblemente positivas en componentes y zonas de abastecimiento (coliformes totales y coliformes termotolerantes)
- Porcentaje de muestras que exceden los límites de las sustancias químicas establecidas en las normas de calidad del agua de consumo humano (fuentes superficiales y subterráneas)
- Estado sanitario de los componentes
- Situación de las zonas de abastecimiento con respecto a la calidad del agua y continuidad
- Principales defectos en los componentes del sistema de abastecimiento de agua
- Porcentaje de muestras que cumplen con la concentración mínima de desinfectante.

**Nivel público.** Este documento está destinado a poner en conocimiento de los usuarios del servicio de abastecimiento las características generales del servicio de abastecimiento y la calidad del agua que consumen. La información a ser suministrada pudiera ser la siguiente:

- Porcentaje de muestras positivas (coliformes totales y coliformes termotolerantes)
- Porcentaje de muestras que exceden los límites de las sustancias químicas establecidas en las normas de calidad del agua de consumo humano (fuentes superficiales y subterráneas)
- Medidas correctivas implementadas.

#### *3.3.4 Acciones correctivas*

El resultado final de las labores de control de la calidad del agua para consumo humano permite identificar los riesgos que presenta el sistema de abastecimiento de agua y conduce a la identificación de las medidas correctivas dirigidas a remediar los defectos operacionales, administrativos y de infraestructura, desde la planta de tratamiento hasta la conexión domiciliaria; en algunos casos puede llegar a nivel intradomiciliario, principalmente en las zonas urbano-marginales o rurales.

Las medidas correctivas en la parte operacional y administrativa se deben traducir en programas de capacitación, mientras que para los usuarios del servicio la intervención es de tipo social. La capacitación está dirigida a mejorar la habilidad del personal encargado de la prestación de servicios, mientras que la intervención social tiene como objetivo mejorar los hábitos y costumbres de los usuarios y ella se realiza a través de campañas de educación sanitaria.

La implementación de las medidas correctivas que se deben aplicar en la infraestructura del abastecimiento de agua deben estar encaminadas a mejorar la calidad del servicio a través de la intervención oportuna que permita la conservación y preservación del servicio de agua en general y de la calidad del agua para consumo humano en particular.

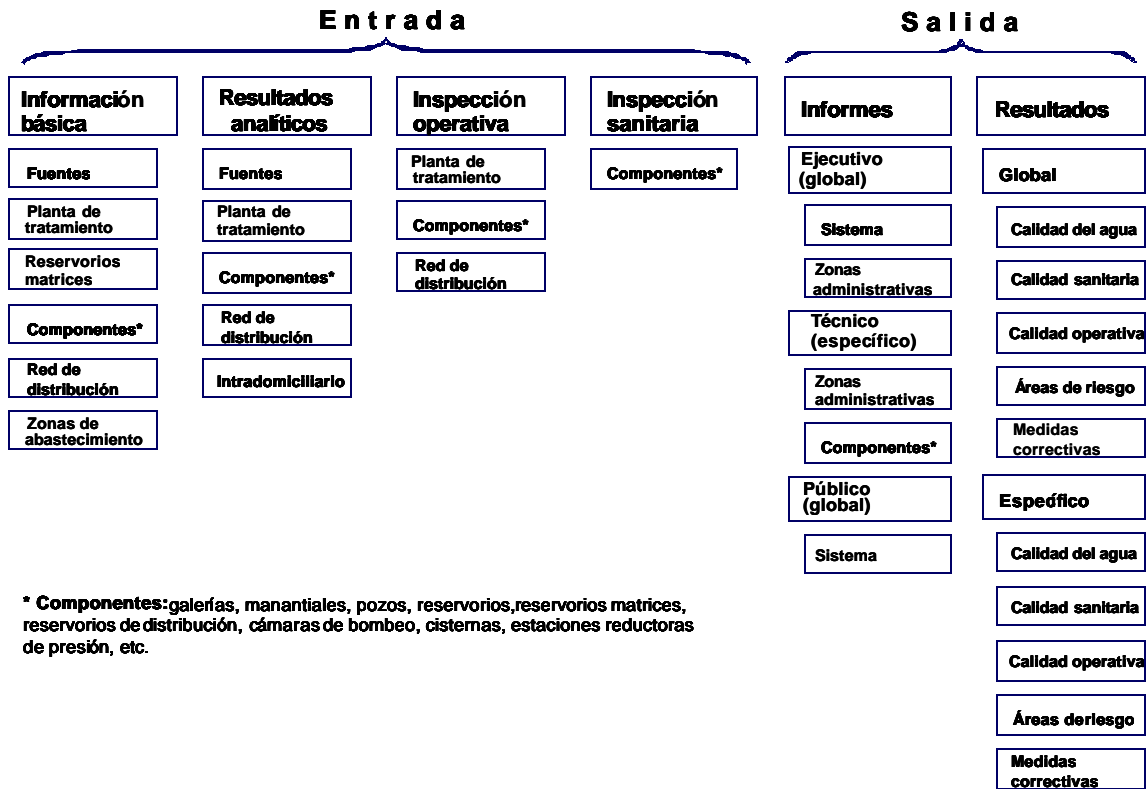


Figura 7. Procesamiento de la información

### 3.3.5 Acciones preventivas

Es posible que al inicio del programa de control de la calidad del agua para consumo humano, las intervenciones que surjan de las recomendaciones sean del tipo correctivo y que estas acciones correctivas se prolonguen hasta lograr la consolidación sanitaria del sistema de abastecimiento de agua. Posteriormente, las acciones de control permitirán el seguimiento para verificar la conservación y el mantenimiento de la calidad del agua para consumo humano, precisar las frecuencias de aplicación de las medidas preventivas, principalmente en lo que respecta a la conservación y limpieza de la infraestructura, así como adoptar medidas preventivas en los aspectos operacionales, administrativos, de capacitación y de relaciones públicas.

## 3.4 Control de la calidad del agua en el medio rural

### 3.4.1 Introducción

Las intervenciones en el medio rural son más complejas que en el medio urbano, principalmente por la falta de un abastecedor responsable y por la escasa supervisión de los servicios de abastecimiento de agua por parte de las autoridades competentes. Por ello, en cada

visita de inspección es necesario obtener la mayor cantidad de información relacionada con la calidad del servicio de agua, la forma de disposición de excretas y residuos sólidos y los hábitos de higiene, entre otros, para calificar el estado sanitario de los mismos e identificar los principales defectos a fin de introducir las mejoras correspondientes.

Normalmente, el control de la calidad del agua en el medio rural está dirigido a la evaluación del servicio como un todo, siendo los principales aspectos a ser considerados los siguientes:

- a) Calidad del agua para consumo humano
- b) Nivel del servicio de abastecimiento de agua a la comunidad
- c) Deficiencias de los componentes del sistema de abastecimiento que favorecen el deterioro de la calidad del agua
- d) Estado de la gestión del sistema de abastecimiento de agua
- e) Grado de sostenibilidad del servicio de abastecimiento de agua
- f) Nivel de conducta sanitaria de los usuarios
- g) Programas de educación sanitaria conducentes al mejoramiento del nivel de salud de los miembros de la comunidad atendida
- h) Incidencia de enfermedades
- i) Impacto económico.

#### *3.4.2 Evaluación de los servicios de abastecimiento de agua*

La evaluación de la calidad del servicio rural de abastecimiento de agua podrá comprender la identificación de las siguientes características:

- a) General
  - Generalidades
    - Ubicación geográfica
    - Población
    - Accesibilidad
    - Fuente
  - Tipo de sistema
    - Convencional
      - . Gravedad sin tratamiento
      - . Gravedad con tratamiento
      - . Bombeo sin tratamiento
      - . Bombeo con tratamiento
    - No convencional
      - . Comunitaria
        - Pozos excavados
        - Protección de manantiales
        - Otros

- . Individual
  - Pozos excavados
  - Manantiales
  - Captación de agua de lluvia
  - Filtros caseros
  - Otros
- b) Calidad del agua
  - Concentración de coliformes
  - Concentración de cloro residual
  - Turbiedad
  - pH
- c) Calidad del servicio
  - Cantidad del agua suministrada (desperdicio)
  - Continuidad del servicio
  - Cobertura
- d) Estado de la gestión
  - Administración
  - Operador (permanente, eventual, ausencia)
  - Pago al operador y otros
  - Comercialización (monto de la tarifa, cuotas extraordinarias)
  - Puntualidad en el pago
- e) Nivel de conducta sanitaria de los usuarios
  - Higiene personal
  - Higiene de la vivienda
  - Manejo intradomiciliario del agua
  - Presencia de animales en la vivienda
- f) Incidencia de enfermedades (epidemiología básica)
  - Diarreicas
  - Infecciones de la piel y ojos
- g) Nivel de deficiencias de las instalaciones
  - Captación
    - Superficial
    - Subterránea
      - . Presencia de personas y animales
      - . Estado de la estructura (rajaduras, fugas)
      - . Elementos extraños en los reservorios de almacenamiento
      - . Contaminación del agua superficial aguas arriba (letrinas, arrojado de residuos sólidos, actividad minera, etc.)
  - Tratamiento
  - Almacenamiento

- Acceso de personas y animales
- Estado de la estructura (rajaduras, fugas)
- Elementos extraños en el interior
  
- Aducción/Conducción
  - Acceso de personas y animales a cajas reductoras de presión
  - Estado de las tuberías (fugas y rajaduras)
  
- Distribución
  - Acceso de personas y animales a cajas reductoras de presión
  - Estado de las tuberías (fugas y rajaduras)
  - Estado de las fuentes públicas
  
- Intradomiciliario
  - Estado de la conexión domiciliaria (grifo, drenaje aguas residuales)
  - Disposición de aguas grises

### **3.5 Vigilancia**

#### *3.5.1 Generalidades*

La metodología de vigilancia propuesta en la presente guía es posible de lograr siempre que exista el apoyo político y el marco legal que especifique claramente las reglas de juego para que las acciones de vigilancia se apoyen en las labores de control a cargo del abastecedor, así como en el trabajo conjunto y coordinado de ambos organismos.

De esta manera, la metodología de vigilancia que se describe a continuación se complementa con la metodología descrita anteriormente para el control de la calidad del agua de consumo humano. En el caso localidades rurales o urbano-marginales que no estén bajo la administración de un abastecedor, el órgano de vigilancia deberá identificar a una institución foránea o a una oficina ajena a las labores de vigilancia sanitaria de su mismo sector para que se encargue de ejecutar el control de la calidad del servicio. En lo posible, el órgano de vigilancia deberá abstenerse de ejecutar las labores de control de la calidad de los servicios públicos o comunales de abastecimiento de agua.

Las responsabilidades del órgano de vigilancia son: a) validación del muestreo; b) auditoria al abastecedor; c) evaluación de la información epidemiológica; d) manejo de información, investigación y determinación del riesgo, y e) seguimiento y evolución de la calidad de los servicios.

#### *3.5.2 Validación de los datos*

Con respecto a la validación del muestreo ejecutado por el abastecedor, el organismo de vigilancia puede aplicar los valores de frecuencias recomendadas en los cuadros A al E del anexo 1 afectados por un factor que pudiera estar comprendido entre 15 a 25 por ciento y que de acuerdo

con la teoría de muestreo, estadísticamente corresponde a un nivel de confiabilidad no menor de 95%. De esta manera, el organismo de vigilancia puede aceptar, observar o rechazar la información suministrada por el abastecedor si los resultados por él obtenidos no coinciden con los reportados por el abastecedor. Por ello, la capacidad analítica del laboratorio del organismo de vigilancia no necesita ser muy grande ni invertir grandes cantidades de dinero para cumplir con su responsabilidad.

### 3.5.3 Auditoría

Complementariamente a lo descrito anteriormente, es necesario que las acciones ejecutadas por el abastecedor en cumplimiento de su programa de control de la calidad del agua deban ser auditadas por un organismo externo y nominado por el órgano de vigilancia. El proceso de auditoría es un examen de los procesos para obtener la información de campo, de la toma de muestras y de los procedimientos de análisis de las muestras de agua, entre otros, a fin de comprobar o verificar si los resultados y su registro son confiables y si se ajustan a lo establecido por la autoridad de vigilancia.

Se considera esencial ejercer un estricto control sobre dos aspectos básicos: a) evaluaciones analíticas y b) resultados de las inspecciones sanitarias.

### 3.5.4 Evaluación epidemiológica

La epidemiología es una ciencia básica de la salud pública que tiene como objeto el estudio de los problemas médicos (salud-enfermedad) relacionados con la población en su conjunto conocido como fenómeno de masa. Este fenómeno de masa interrelaciona al medio físico, químico y biológico con la comunidad humana y su ambiente. En el caso específico de la vigilancia sanitaria de la calidad del agua, ayuda a conocer las causas de las enfermedades e identificar e implementar las medidas correctivas.

El organismo responsable de la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano, a partir de la información epidemiológica suministrada por la oficina especializada del ministerio de salud, debe seleccionar las enfermedades relacionadas exclusivamente con el agua para luego correlacionarla con los registros de calidad del agua.

### 3.5.5 Manejo de la información, investigación y determinación de riesgos

La vigilancia tiene dos grandes componentes: (a) el examen permanente y sistemático de la información sobre la calidad del agua para confirmar si el sistema de abastecimiento responde a objetivos y reglamentos establecidos; y (b) la correlación de la calidad física, química y microbiológica del agua con las enfermedades relacionadas con el agua para determinar el impacto en la salud de los consumidores.

Siendo la vigilancia una actividad de investigación, debe estar dirigida a identificar y evaluar los factores de riesgo asociados con los sistemas de abastecimiento de agua de modo que puedan tomarse las acciones correctivas pertinentes antes de que se presenten problemas de salud pública en

la población consumidora. Del mismo modo, permite identificar las causas u origen de los brotes de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua a fin de controlar la propagación.

El procedimiento consiste en analizar en forma detallada la información básica disponible, representada por los resultados analíticos y de la evaluación epidemiológica. Posteriormente, se clasificará y agrupará la información teniendo en cuenta la relación causa-efecto para su posterior análisis.

La información clasificada deberá ser correlacionada con las enfermedades de origen hídrico. De este modo será posible obtener relaciones con la calidad del agua, los defectos sanitarios, productos químicos empleados en el tratamiento y materiales utilizados en la construcción de los diferentes elementos que conforman el sistema de distribución de agua, a fin de determinar la supuesta o posible incidencia de algunos de ellos en la salud de los consumidores del agua. En el procesamiento de la información, especialmente en lo que respecta al aspecto bacteriológico, deberá tenerse en cuenta la multicausalidad de las enfermedades transmisibles y se prestará particular atención a las de origen alimentario y las que están basadas en el suelo, con el propósito de identificar solamente las relacionadas exclusivamente con la calidad del agua.

Los resultados de la correlación de los factores de riesgo con la calidad del agua y las enfermedades relacionadas con el agua para consumo humano, permiten aportar elementos para mejorar las normas de calidad del agua, de las sustancias químicas empleadas en el tratamiento del agua y de los materiales empleados en la construcción de los sistemas de abastecimiento, así como de los procedimientos constructivos, entre otros.

#### *3.5.6 Seguimiento y evolución*

El órgano de vigilancia, además de verificar el cumplimiento de las normas de calidad del agua, debe observar, registrar y examinar la información acerca de la calidad del agua, de los productos químicos empleados en el tratamiento de agua y los procedimientos de operación y mantenimiento. También debe efectuar el seguimiento continuo de la calidad del agua para verificar los cambios que en ella puedan producirse en el tiempo y determinar si las proyecciones de estos cambios pueden implicar algún impacto en la salud de los consumidores.

#### *3.5.7 Reportes periódicos*

La información sistematizada de la calidad del agua suministrada por los diferentes abastecedores debe darse a conocer a las diversas instituciones públicas y privadas relacionadas con la salud pública, el manejo de los recursos hídricos y el saneamiento.

El informe que normalmente se publica una vez al año debe presentar un resumen de la calidad del agua en el área geográfica que el órgano de vigilancia controla, complementada con información de las áreas más pequeñas que pudieran coincidir con la división geopolítica del área de intervención. La información de las áreas más pequeñas debe incluir un resumen de las

características fisicoquímicas y bacteriológicas del agua suministrada por los diferentes abastecedores de agua.

Asimismo, el informe debe presentar un comentario general acerca de la calidad del agua para consumo humano, así como con un listado de los programas a ser implementados por los abastecedores para mejorar la calidad del agua y de ser posible, deberá identificar las investigaciones prioritarias que son necesarias emprender en el corto plazo, como una manera de aportar elementos de juicio para establecer las políticas sectoriales correspondientes.



#### 4. Referencias

1. CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente). (1992). Control de Calidad del Agua de Lima. SEDAPAL.
2. European Community (1980/778/EC). The EC Directive relating to the quality of water intended for human consumption. DoE Circular 25/84.
3. Feachem, R. (1977). Water supplies for low-income communities in 'Water, Wastes and Health in Hot Climates'. London, Willey.
4. Feachem, R. *et. al.* (1978). Water, health and development: Tri-Med Books Ltd., London.
5. Galal-Gorchev, H. (1986). Water Quality and Health. In Course on Surveillance & Control of Drinking Water Quality. Arusha, Nov. 1990. Centre for Developing Countries. Technical University of Denmark. WHO/DANIDA, 1990.
6. Geldreich, EE; Fox, K.R.; Goodrich J.A. et al (1992) Searching for a water supply connection in the Cabool, Missouri disease outbreak of *Escherichia coli* O157:H7. *Water Res* 26:1127-1137.
7. ITINTEC. Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. Norma Técnica Nacional. Agua Potable - Requisitos. ITINTEC 214.003. Junio, 1987
8. ITINTEC. Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. Norma Técnica Nacional. Agua Potable - Toma de muestras. ITINTEC 214.005. Junio, 1987
9. Lloyd, B. (1982). Water Quality Surveillance. *Waterlines*, 1, (2), 19-23.
10. Lloyd, B.; Wheeler, D. & Pardón, M. (1984). Safe Water in the Third World. Dept. of Microbiology, University of Surrey, U.K.
11. Lloyd, B.; Pardón, M. & Bartram, J. (1987). The Development & Implementation of a Water Surveillance and Improvement Programme for Peru. American Society of Civil Engineers. International Conference on Resource Mobilisation for Drinking Water Supply & Sanitation in Developing Nations. Puerto Rico.
12. Lloyd, B. & Bartram, J. (1990). Drinking Water Microbiology in Developing Countries. Proceedings of the International Association on Water Pollution Research and Control. International Symposium on Health-Related Water Microbiology. Tubingen, Germany.
13. Lloyd, B. & Helmer, R. (1990). Surveillance of Drinking Water Quality in Rural Areas. WHO/UNEP Published by Longman Scientific & Technical, UK. ISBN 0-582-06330-2.
14. Lloyd, B. & Suyati, S. (1990). A pilot Rural Water Surveillance Project in Indonesia. *Waterlines*, 7, (3), 10-13.
15. Lloyd, B.; Bartram, J.; Rojas, R.; Pardón, M.; Wheeler, D. & Wedgwood, K. (1991). Surveillance and Improvement of Peruvian Drinking Water Supplies. Robens Institute, DelAgua. A project supported by the UK Overseas Development Administration as part of a technical cooperation programme for the Government of Peru.
16. Ministerio de Salud. Perú. Reglamento de los requisitos oficiales (físicos, químicos y bacteriológicos) que deben reunir las agua de bebida para ser consideradas potables. Diciembre, 1946.
17. PAHO (Pan American Health Organization. Organización Panamericana de la Salud - OPS). (1990a). Declaración de Puerto Rico; Abastecimiento de Agua, Saneamiento y Salud. Puerto Rico, 4-6 Setiembre.

18. PAHO (Pan American Health Organization. Organización Panamericana de la Salud - OPS). (1996). La Calidad del Agua Potable en América Latina. Ponderación de los riesgos microbiológicos contra los riesgos de los subproductos de la desinfección química.
19. PAHO (Pan American Health Organization. Organización Panamericana de la Salud - OPS). (1990b). Conferencia Regional sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento. Evaluación del Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento 1981-1990 y Proyecciones hacia el año 2000. Puerto Rico, 4-6 Setiembre. Volumen 1.
20. Rojas, R. (1994). SANIPLAN. Programa de control de la calidad de agua de consumo humano. Trujillo, Ica y Pisco.
21. Rojas, R. (1993). Quality Control of Lima's Water Supply. University of Surrey, Department of Civil Engineering.
22. Rojas, R. (1992). Quality Control of Piped Urban Water Supplies.
23. Rojas, R. & Bartram, J. (1990). Manual del Supervisor. Vigilancia de los Servicios de Agua de Consumo Humano. Secciones I al VIII. Ministerio de Salud. Lima, Perú.
24. Rojas, R; Vargas, C. (1998) Control y Vigilancia de la Calidad del Agua de Consumo Humano.
25. APHA-AWWA-WPCF Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. 14th Edición 1975.
26. SEDAPAL. (1992). Lima Water Authority. Anuario Estadístico.
27. Seligmann, R.; Reitler, L. (1965) Enteropathogens in water with low Escherichia coli titer. Journal AWWA 57:1572-1574
28. Society of Applied Bacteriology Symposium on Microbiological Aspects of Water Management. SAB Summer Conference. Lancaster, 16-20th July 1984.
29. Statutory Instruments, 1989/1147. Water England and Wales. The Water Supply (Water Quality) Regulations 1989.
30. Stenström, T.A. Community Education and Involvement. In Course on Surveillance & Control of Drinking Water Quality. Arusha, Nov. 1990. Centre for Developing Countries. Technical University of Denmark. WHO/DANIDA, 1990.
31. Thames Water Utilities. (1991). Drinking Water Quality, 1990.
32. UN. (1977). Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua. Naciones Unidas. Mar del Plata, 14-25 Marzo.
33. UNEP. (1990). Consultación Mundial sobre Abastecimiento de Agua Potable y el Saneamiento Ambiental para los años de 1990. Declaración de Nueva Delhi, 10-14 Setiembre.
34. UNEP/WHO. (1989). Project on Control of Drinking-Water Quality in Rural Areas. Report of a Review Meeting at the WHO Collaborating Centre for the Protection of Drinking-Water Quality and Human Health. Robens Institute. Guildford.
35. Vargas, C. Mejoramiento de la calidad del agua de la ciudad de Lima y el Callao. CEPIS, 1995
36. Vargas, C. (1995) Control de la calidad del agua de la ciudad del Cuzco. CEPIS.
37. Ward, C. (1990). Groundwater Quality Monitoring in Relation to on-site Sanitation. Waterlines, 8, (4), 11-14.
38. Walsh, J. & Warren, K. (1979). Selective Primary Health Care: An interim strategy for disease control in developing countries. New England. J. Med 301(18), 967.

39. Wheeler, D. & Bartram, J. (1988). Surveillance Planning. In Course on Surveillance & Control of Drinking Water Quality. Arusha, Nov. 1990. Centre for Developing Countries. Technical University of Denmark. WHO/DANIDA, 1990.
40. Wheeler, D. & Bartram, J. (1990). Sanitary Inspection. In Course on Surveillance & Control of Drinking Water Quality. Arusha, Nov. 1990. Centre for Developing Countries. Technical University of Denmark. WHO/DANIDA, 1990.
41. WHO. (1976). Surveillance of Drinking Water Quality. WHO Monograph Series No 63. WHO, Geneva.
42. WHO. (1978). Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de la Salud. Alma Ata 6-12 Setiembre 1978. OMS, Ginebra.
43. WHO. (1983). GEMS/WATER Report of the Inter-Regional review meeting on water quality monitoring programmes. Burlington (Ontario) 17-21st October.
44. WHO. (1984). Guidelines for Drinking Water Quality. Vol. 1, Recommendations. WHO, Geneva.
45. WHO. (1985). Guidelines for Drinking Water Quality. Vol. 3, Drinking Water Quality Control in Small Community Supplies. WHO, Geneva.
46. WHO. (1986). Guiding Principles for National Monitoring of the Water Supply and Sanitation Sector. WHO, Geneva, June 1986.
47. WHO. (1995). Guías para la calidad del agua potable. Recomendaciones. Segunda edición. WHO, Geneva, 1995.
48. WHO. (1997). Guidelines for drinking-water quality. Surveillance and control of community supplies. WHO, Geneva, 1997.
49. WHO. (1991). Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. Report of the Review Meeting on Pathogenic Agents and Volume 3 on Surveillance of Community Supplies. Harare, Zimbabwe, 24-28 June 1991.
50. World Water. (1981). "D-Day for the Water Decade". Liverpool, p. 3.

## **ANEXO 1**

# **FRECUENCIAS DE MUESTREO E INSPECCIÓN SANITARIA**



**Cuadro 1. Frecuencias de muestreo en sistemas urbanos**  
**Parámetros fisicoquímicos en la red de distribución**  
 (muestras por año)

Parámetros	Zona de abastecimiento (población abastecida)	Frecuencia de muestreo		
		Reducido		Estándar
		Subterránea	Superficial	
pH Turbiedad Dureza total Alcalinidad	<500	1	2	6
	501-5.000	3	6	12
	5.001-10.000	4	9	18
	10.001-24.000	6	12	24
	24.001-50.000	1 c/4.000 hab.	1 c/2.000 hab.	1 c/1.000 hab.

**Cuadro 2. Frecuencias de muestreo en sistemas urbanos**  
**Parámetros bacteriológicos en la red de distribución**  
 (muestras por año)

Parámetros	Zona de abastecimiento (población servida)	Frecuencia del muestreo (estándar)
Coliformes totales Coliformes termotolerantes E. coli	<500	6
	500-5.000	12
	5.001-10.000	18
	10.001-24.000	24
	24.001-50.000	1 c/1.000 hab.

**Cuadro 3. Frecuencias de muestreo en sistemas urbanos**  
**Parámetros fisicoquímicos A en las salidas de la planta de tratamiento, fuentes de agua**  
**subterránea y reservorios de servicio**  
 (muestras por año)

Parámetros	Volumen de agua abastecido por día o almacenado (m <sup>3</sup> )	Frecuencia del muestreo			
		Reducido		Estándar	
		Subterránea	Superficial		
pH Turbiedad Color Olor Sabor Nitrato Nitrito Hierro Manganeso Aluminio	< 2.000	4	4	4	
	2.001-6.000	4	5	6	
	6.001-12.000	4	6	12	
	>12.000	6	12	24	

**Cuadro 4. Frecuencias de muestreo en sistemas urbanos**  
**Parámetros fisicoquímicos B en las salidas de la planta de tratamiento, fuentes de agua**  
**subterránea y reservorios de servicio**  
 (muestras por año)

Parámetros	Frecuencia de muestreo (estándar)	
	Subterránea	Superficial
Residuo seco	3	12
Cloruro		
Sulfato		
Calcio		
Magnesio		
Sodio		
Fluoruro		
Dureza total		
Alcalinidad		
Cobre		
Cinc		
Plomo		
Arsénico		
Bario		
Cadmio		
Cianuro		
Cromo total		
Mercurio		
Selenio		
Fenoles		

**Cuadro 5. Frecuencias de muestreo en los sistemas urbanos**  
**Parámetros bacteriológicos en las salidas de la planta de tratamiento, fuentes de agua**  
**subterránea y reservorios de servicio**  
 (muestras por año)

Parámetros	Volumen de agua abastecido por día o almacenado (m <sup>3</sup> )	Frecuencia del muestreo	
		Reducido	Estándar
Coliformes totales	<2.000	--	26
Coliformes termotolerantes	2.001-6.000	26	52
E. coli	6.001-12.000	52	104
	>12.000	104	208

**Cuadro 6. Frecuencias de muestreo en sistemas rurales y urbano-marginales**  
(muestras por año)

Parámetros	Población abastecida	Número de muestras	Frecuencia del muestreo estándar
Planta de tratamiento y fuentes de agua subterránea Análisis fisicoquímicos		Una muestra por fuente	Superficial c/2 años Subterránea c/5 años
Reservorios de servicio pH Turbiedad Coliformes termotolerantes		Una muestra por componente	3 por año
Red de distribución pH Turbiedad Coliformes termotolerantes	< de 1.000 1.001-2.000 2.001-5.000	3 4 6	Anual Anual Anual

**Cuadro 7. Frecuencia de inspecciones sanitarias en la planta de tratamiento y componentes**  
(inspecciones por año)

Ámbito	Volumen de agua abastecido o almacenado (m <sup>3</sup> )	Frecuencia del muestreo	
		Reducido	Normal
Urbano	<2.000	--	3
	2.001-6.000	3	6
	6.001-12.000	6	12
	>12.000	12	24
Rural	-----	--	2

**Condición estándar.** Número de muestras que normalmente el abastecedor debe extraer de las zonas de abastecimiento.

**Condición reducida.** Número de muestras adoptado cuando después de un número determinado de años (normalmente tres) los parámetros cumplen con los valores exigidos por la norma de calidad del agua.

Para zonas de abastecimiento o reservorio de servicio con una mezcla de agua subterránea y superficial deberán aplicarse los cuadros correspondientes a aguas superficiales.





## **ANEXO 2**

# **INFORMACIÓN REQUERIDA PARA LA PLANIFICACIÓN DE UN PROGRAMA DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA**



**I. Información requerida para la planificación de un programa de control de la calidad del agua**

**1. Información de ingreso**

**A. Componentes**

**Cuadro 1. Información de ingreso. Componentes**

Componente	Nombre	Código	Ubicación	Estado operativo	Caudal (m <sup>3</sup> /d)	Profundidad (m)	Potencia de bomba
<b>Fuente</b>							
Superficial	X	X	X	X	X		
Subterránea							
Pozo	X	X	X	X	X	X	X
Galería	X	X	X	X	X		
Manantial	X	X	X	X	X		
<b>Plantas de tratamiento</b>	X	X	X	X	X		
<b>Componentes</b>							
Reservorio matriz	X	X	X	X	X		
Reservorio de distribución	X	X	X	X	X		
Estación elevadora	X	X	X	X	X		
Cisterna	X	X	X	X	X		
Cámara reductora de presión	X	X	X	X	X		
Pozo	X	X	X	X	X	X	X
Galería	X	X	X	X	X		
Manantial	X	X	X	X	X		

**B. Áreas de abastecimiento****Cuadro 2. Zonas de abastecimiento**

Áreas	Medianos a grandes abastecedores	Abastecimiento rural o urbano-marginal
Región (nombre)	X	X
Distrito	X	X
Zona de abastecimiento (nombre)	X	X
Población total	X	X
Población servida	X	X
Fuente		
Superficial	X	X
Subterránea	X	X
Mixta	X	X
Componentes		
Reservorio matriz	X	X
Reservorio de distribución	X	X
Estación elevadora	X	X
Cisterna	X	X
Cámara reductora de presión	X	X
Pozo	X	X
Galería	X	X
Manantial	X	X
Nivel de servicio		
Conexión domiciliaria	X	X
Piletas	X	X
Camión cisterna	X	X
Pozos artesianos	--	X

**C. Normas****Cuadro 3. Normas de calidad del agua (límites y excepciones)**

Parámetro	Unidad	Concentración	Excepción		
			Dispositivo legal	Fecha	Concentración
Arsénico	mg/L como As	0,005	N/A	N/A	N/A
Plomo	mg/L como Pb	0,01	N/A	N/A	N/A
Cadmio	mg/L como Cd	0,003	N/A	N/A	N/A
Sulfato	mg/L como SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	200	Directiva 48	11/12/00	250
Cloruro	mg/L como Cl <sup>-</sup>	250	-----	---	-----
Nitrato	mg/L como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	50	-----	---	-----
Hierro	mg/L como Fe	0,3	-----	----	-----
.....					
.....					

**D. Formatos de toma de muestras**

**D1. Red de distribución**

**Cuadro 4. Formato de toma de muestras. Red de distribución**

Número de muestra	Zona de abastecimiento
Fecha	Hora
Dirección	Urbanización
Lugar de muestreo	Continuidad
Red	Horas por día _____
Intradomiciliario	Días por semana _____
Punto de muestreo	
Vivienda	
Colegio	Cloro residual _____
Oficina pública	pH _____
Local comercial	Turbiedad _____
Industria alimentaria	
Industrias diversas	
Tipo de muestra	Muestreador
Primera	
Confirmación	

**D2. Componentes**

**Cuadro 5. Formato de toma de muestras. Componentes**

Número de muestra	Código
Fecha	Hora
Punto de muestreo	Tipo de muestra
Reservorio matriz	Primera
Reservorio de distribución	Confirmación
Estación elevadora	Cloro residual _____
Cisterna	pH _____
Cámara reductora de presión	Turbiedad _____
Pozo	
Galería	
Manantial	
Observaciones:	Muestreador

**D3. Fuentes y plantas de tratamiento****Cuadro 6. Formato de toma de muestras. Fuentes y plantas de tratamiento**

Número de muestra	Código
Fecha	Hora
Punto de muestreo	Tipo de muestra
Fuente superficial	Primera
Fuente subterránea	Confirmación
Pozo	
Galería	Cloro residual _____
Manantial	pH _____
Planta de tratamiento	Turbiedad _____
Observaciones:	Muestreador

**E. Formatos para la inspección sanitaria**

Reservorio  
Estación elevadora  
Cisterna  
Cámara reductora de presión  
Pozo  
Galería  
Manantial

**F. Formato para reportar resultados de análisis (reporte de laboratorio)**

Número de muestra  
Resultados: análisis físico, químico y microbiológico

## **ANEXO 3**

### **PARTICIPANTES DE LOS TALLERES Y REVISORES**





TALLER 1

Para hispanoparlantes  
Sede: CEPIS, Lima, Perú

Fecha: Septiembre 2-3, 1999

Expertos asistentes:

Beatriz Cáceres	Consultora	Nelly Nakamatsu	SEDAPAL
Milagros Cadillo	DIGESA	Lidia Oblitas	Consultora
Enrique Calderón	Univ. Buenos Aires	Norma Parra	DIGESA
Betty Chung	SUNASS	Ricardo Rojas	OPS/CEPIS
Maria Luisa Esparza	OPS/CEPIS	Felipe Solsona	OPS/CEPIS
Denise Formaggia	S.E. São Paulo	Eduardo Stuart	DIGESA
Fred Hauchman	USEPA	Carmen Vargas	OPS/CEPIS
Teresa Lampoglia	PROAGUA/GTZ		

TALLER 2

Para angloparlantes  
Sede: Radisson Hotel, Miami, USA

Fecha: Noviembre 18, 1999

Expertos asistentes:

Stephanie Adrian	USEPA	Willie Grabow	Pretoria Univ
Nicholas Ashbolt	UNSW	Fred Hauchman	USEPA
Jaimie Bartram	OMS	Guy Howard	Surrey Univ
Xavier Bonnefoy	OMS	Will Robertson	Health Canada
Enrique Calderón	Bs As Univ.	Mark Rogers	USEPA
Keith Christman	C.C.C. - USA	Felipe Solsona	OPS/CEPIS
Maria Luisa Esparza	OPS/CEPIS	Paul Taylor	Consultant
John Fawell	WRC-NSF	Terrence Thompson	OMS
Hend Galal-Gorchev	USEPA	Peter Toft	OPS/OMS
Gerardo Galvis	CINARA	Yitzchak Zohar	Israel M.Health

REVISORES:

María Luisa Esparza	PER	OPS/CEPIS
Carmen Vargas	PER	OPS/CEPIS
Fred Hauchman	USA	USEPA
Enrique Calderón	ARG	ETOSS
Denise Formaggia	BRA	S.E. São Paulo
María Isabel Meca	ARG	Consultora
Jorge Alvarez	ARG	DSA – MS
Javier Hernandez	PER	DIGESA-MS
Nelly Nakamatsu	PER	SEDAPAL
Maria Lucia Martelli	BRA	FNS – MS
Jaimie Bartran	UNK	OMS
Betty Chung	PER	SUNASS
Gerardo Galvis	COL	CINARA
Xavier Bonnefoy	DNK	OMS
Teresa Lampoglia	ITA	GTZ
Barry Lloyd	UNK	Univ. Surrey
Pablo Chaparro	COL	Vig S.P – MS
Ignacio Castillo	MEX	C.N.A.
Beatriz Santamaría	MEX	Dir. Construc y Operaciones GDF
Sofía Garrido	MEX	C. I. de Recursos del Agua
Manuel Basterrechea	GUT	Consultor
Eugenio Lammel	ARG	Aguas Cordobesas

## **APÉNDICE A**

### **PLAN NACIONAL DE VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

#### **ESTUDIO DE CASO: “EL PAÍS”**



## CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>Introducción</b> .....	88
<b>Capítulo I</b> .....	89
<b>1. Justificación y diagnóstico</b> .....	89
1.1 El País .....	89
1.2 Distribución de centros poblados.....	89
1.3 Crecimiento poblacional.....	89
1.4 Situación de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento .....	89
<b>2. Estado de salud de la población</b> .....	92
2.1 Indicadores.....	92
2.2 Atención prestada por el sector salud.....	92
2.3 Importancia relativa de las enfermedades transmisibles .....	92
<b>3. La medicina preventiva en El País</b> .....	93
3.1 Programas de salud .....	93
3.2 Inversiones .....	93
3.3 Salud pública.....	96
<b>4. Prevención de enfermedades por medio del abastecimiento del agua segura</b> .....	99
4.1 Impacto del abastecimiento de agua en la disminución de enfermedades .....	99
<b>5. Vigilancia</b> .....	102
5.1 Vigilancia del abastecimiento de agua .....	102
5.2 Vigilancia en El País .....	103
<b>6. Marco legal y organizacional</b> .....	104
<b>Capítulo II</b> .....	105
<b>7. El Plan de Vigilancia de la Calidad del Agua</b> .....	105
7.1 Generalidades.....	105
7.2 Objetivos del Plan de Vigilancia .....	105
7.3 Políticas y estrategias.....	106
7.4 Campos de acción.....	106
7.5 Alcances .....	107
7.6 Resultados esperados .....	108
7.7 Lineamientos básicos del Plan.....	110
7.8 Programas de vigilancia y control.....	114
7.9 Programas operativos .....	115
7.10 Programas de apoyo .....	116
7.11 Alternativas para la implementación de la vigilancia a nivel nacional.....	119

<b>Capítulo III</b> .....	121
<b>8. Inversión y costos de ejecución de la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano y de los servicios de abastecimiento de agua</b> .....	121
8.1 Criterios para determinar los costos básicos.....	121
8.2 Costo del programa.....	129
8.3 Alternativa recomendada.....	137
<b>9. Origen y aplicación de los recursos financieros</b> .....	137
9.1 Fuentes de los fondos.....	143
9.2 Uso de los fondos.....	143
9.3 Ejecución del Plan de Vigilancia.....	143
9.4 Etapas de ejecución del Plan.....	146

### Lista de cuadros

Cuadro 1	Población total de El País por área urbana y rural y centros poblados.....	90
Cuadro 2	Crecimiento poblacional de El País.....	90
Cuadro 3	Proyección de centros poblados de El País.....	91
Cuadro 4	Población total y cobertura de los servicios por abastecimiento de agua y saneamiento en el año 2000.....	91
Cuadro 5	Enfermedades transmisibles más importantes en El País.....	93
Cuadro 6	Incidencia e importancia relativa de las primeras 10 enfermedades transmisibles en El País (1997-1999).....	94
Cuadro 7	Enfermedades transmisibles por estados de El País, 1999.....	95
Cuadro 8	Inversiones del sector salud y vivienda en el control de enfermedades.....	96
Cuadro 9	Incidencia de enfermedades transmisibles en El País (1999).....	97
Cuadro 10	Impacto de los medios de control en la salud humana.....	99
Cuadro 11	Influencia del agua en la salud humana.....	100
Cuadro 12	Reducción estimada de enfermedades por el adecuado abastecimiento de agua (África del Este).....	101
Cuadro 13	Reducción estimada de enfermedades transmisibles por acciones de control del ambiente y otros.....	102
Cuadro 14	Determinaciones analíticas establecidas en la norma de calidad.....	110
Cuadro 15	Número de determinaciones por nivel de localidad.....	112
Cuadro 16	Determinaciones analíticas por nivel de vigilancia.....	113
Cuadro 17	Frecuencia del muestreo bacteriológico por niveles.....	113
Cuadro 18	Frecuencia del muestreo fisicoquímico por niveles.....	114
Cuadro 19	Frecuencia de inspecciones sanitarias por niveles.....	114
Cuadro 20	Situación de los programas de control de la calidad del agua y alternativas para futuras intervenciones.....	120
Cuadro 21	Costo por toma de muestra.....	121
Cuadro 22	Número de inspecciones sanitarias por día y por hombre.....	122
Cuadro 23	Costo de las determinaciones por nivel de laboratorio.....	122
Cuadro 24	Determinaciones y costo por análisis fisicoquímico y bacteriológico.....	123
Cuadro 25	Costo de las determinaciones por tamaño de localidad y por año.....	124
Cuadro 26	Costo de análisis por año y por nivel de localidad.....	125
Cuadro 27	Costo de equipamiento de laboratorios.....	127
Cuadro 28	Costo de personal.....	127

Cuadro 29	Costo de equipamiento de laboratorios por nivel de intervención.....	128
Cuadro 30	Costo de vehículos.....	129
Cuadro 31	Proyección de la población que será beneficiada con servicios de abastecimiento de agua .....	130
Cuadro 32	Proyección de centros poblados con servicios de abastecimiento de agua .....	130
Cuadro 33	Número de localidades, componentes por localidades y total de componentes, año 2001.....	131
Cuadro 34	Número de muestras que serán obtenidas para el control de la calidad del agua, año 2001.....	132
Cuadro 35	Número de inspecciones sanitarias, año 2001.....	133
Cuadro 36	Porcentaje de participación de las instituciones en las actividades de control de la calidad del agua para consumo humano .....	134
Cuadro 37	Porcentaje de participación del órgano de vigilancia por línea de acción .....	134
Cuadro 38	Costo total del Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua (2001–2010).....	135
Cuadro 39	Resumen de inversión para implementar el Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2001–2010 (expresado en US\$) .....	136
Cuadro 40	Resumen de la inversión para implementar el Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2001-2010 (expresado en porcentaje) .....	136
Cuadro 41	Resumen de la inversión para implementar el Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2001-2010 – Medio urbano .....	137
Cuadro 42	Costo de análisis por año y según alternativas .....	138
Cuadro 43	Costo de inspecciones sanitarias por año y según alternativas.....	139
Cuadro 44	Costo de muestreo por año y según alternativas .....	140
Cuadro 45	Costo de implementar el control de calidad, 2001-2010.....	141
Cuadro 46	Costo por vigilancia de calidad, 2001-2010 .....	142
Cuadro 47	Funciones de la autoridad sanitaria .....	145
Cuadro 48	Funciones de la oficina de vigilancia de la calidad del agua a nivel regional.....	146



## INTRODUCCIÓN

Antes de 1991, los países de América Latina y el Caribe concentraban su atención en la cantidad antes que en la calidad del agua para consumo humano. La aparición del cólera en el Perú en ese año, significó un duro golpe a esa tendencia y puso de manifiesto la deficiente calidad sanitaria de los servicios de abastecimiento de agua.

En la “Reunión Internacional sobre la Calidad del Agua”, auspiciada por la Organización Panamericana de la Salud y realizada en Lima, Perú, en 1996 en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS/CEPIS, se recomendó que los países de la Región desarrollaran programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano.

Una solicitud similar fue elevada a la Organización Panamericana de la Salud, OPS/OMS, por los jefes de estados americanos congregados en la Reunión Cumbre de Santa Cruz de la Sierra en 1996. Como respuesta a esos requerimientos, la Organización preparó el **Plan Regional para el Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano**, en donde se presenta un diagnóstico y una propuesta concreta de acción. El diagnóstico reconoce claramente que la situación no es la mejor en lo que respecta al monitoreo y control de la calidad del agua para consumo humano.

El Plan Regional, junto con otras iniciativas regionales y locales, es un aporte para satisfacer esta demanda. Asimismo, la Guía para la Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano espera sumarse al esfuerzo mediante la presentación de una metodología que pueda ser aplicada por los gobiernos, las agencias, las empresas públicas y privadas y los usuarios en general, para ayudar en la mejora de la calidad de los servicios de abastecimiento de agua.

Dentro de ese contexto El País ha reconocido la necesidad de producir acciones concretas, por lo cual se ha procedido a laborar el Plan Nacional de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

## CAPÍTULO I

### **1. Justificación y diagnóstico**

#### **1.1 *El País***

El País tiene una extensión territorial de 1.500.000 km<sup>2</sup> distribuidos en 24 estados. Limita por el norte con El País 1, por sur con los Países 2 y 3, por el este con El País 4 y por el oeste con el Mar del Sur. Su población en el año 2000 era de aproximadamente de 25,7 millones de habitantes; 18,2 millones (70,8%) corresponden a la población urbana y 7,5 millones (29,2%) a la rural.

#### **1.2 *Distribución de centros poblados***

El número de centros poblados en El País en el año 2000 asciende a 65.000, de ellos 44.700 están catalogados como dispersos; 19.300 como rurales y 500 como urbanos. Al efecto, se ha establecido el límite de 2.500 habitantes para diferenciar los centros poblados de las áreas urbana y rural y 100 habitantes para distinguir a las poblaciones rurales de las dispersas. En el cuadro 1 se presenta el discriminado de las poblaciones de El País.

#### **1.3 *Crecimiento poblacional***

De acuerdo con las proyecciones de población del Instituto Nacional de Estadística (INE), que muestran en los últimos años una tasa de crecimiento sostenida de 2,4%, se estima que en el año 2010, El País tendrá 32,6 millones de habitantes. En los cuadros 2 y 3 se indica las proyecciones del crecimiento poblacional y del número de centros poblados para los años 2000 al 2010.

#### **1.4 *Situación de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento***

La acción de las diferentes instituciones comprometidas con el abastecimiento de agua y saneamiento ha dado como resultado una cobertura, a mediados del año 2000, de tan sólo la mitad de la población total de El País. En el cuadro 4 se muestra el grado de cobertura por área urbana y rural.

**Cuadro 1. Población total de El País por área urbana y rural y centros poblados**

Centros poblados	Número	Población			Tipo
		Total	Urbana	Rural	
Menos de 50	34.952	650.614	0	650.614	Dispersa
50 - 99	9.780	780.594	0	780.594	
100 - 199	9.251	1.469.927	0	1.469.927	Rural
200 - 499	7.979	2.735.677	0	2.735.677	
500 - 999	1.955	1.476.257	0	1.476.257	
1.000 - 2.499	593	899.233	282.750	616.483	
2.500 - 4.999	251	843.348	777.323	66.026	Urbana
5.000 - 9.999	93	732.111	722.865	9.246	
10.000 - 19.999	42	636.231	636.231	0	
20.000 - 49.999	45	1.632.511	1.632.511	0	
50.000 - 99.999	27	2.129.860	2.129.860	0	
100.000 - 199.999	16	2.697.648	2.697.648	0	
200.000 - 499.000	10	2.704.000	2.704.000	0	
más de 500.000	6	6.311.989	6.311.989	0	
<b>Total</b>	<b>65.000</b>	<b>25.700.000</b>	<b>17.895.176</b>	<b>7.804.824</b>	

**Cuadro 2. Crecimiento poblacional de El País (expresado en miles)**

Año	Población		
	Total	Urbana	Rural
2000	25.700	17.895	7.805
2001	26.319	18.405	7.908
2002	26.952	18.929	8.013
2003	27.601	19.469	8.119
2004	28.265	20.023	8.226
2005	28.945	20.594	8.335
2006	29.642	21.181	8.445
2007	30.355	21.784	8.556
2008	31.086	22.405	8.669
2009	31.834	23.043	8.784
2010	32.600	23.700	8.900

**Cuadro 3. Proyección de centros poblados de El País**

Centros poblados	Año					
	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Menos de 50	34.952	34.962	34.971	34.981	34.990	35.000
50 - 99	9.780	9.824	9.867	9.911	9.956	10.000
100 - 199	9.251	9.300	9.350	9.400	9.450	9.500
200 – 499	7.979	7.983	7.987	7.991	7.995	7.999
500 – 999	1.955	1.964	1.973	1.982	1.991	2.000
1.000 – 2.499	593	594	596	597	599	600
2.500 – 4.999	251	253	255	257	259	261
5.000 – 9.999	93	102	113	124	136	150
10.000 – 19.999	42	50	59	69	82	97
20.000 – 49.999	45	49	54	59	65	71
50.000 – 99.999	27	30	33	37	41	45
100.000 – 199.999	16	17	19	21	23	25
200.000 – 499.000	10	11	12	13	15	16
mas de 500.000	6	7	7	8	9	10
<b>Total</b>	<b>65.000</b>	<b>65.154</b>	<b>65.309</b>	<b>65.463</b>	<b>65.618</b>	<b>65.774</b>

**Cuadro 4. Población total y cobertura de los servicios por abastecimiento de agua y saneamiento en el año 2000**

Servicios	Población		Urbana		Rural	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%
<b>Abastecimiento de agua</b>	<b>12.724.000</b>	<b>49,5</b>	<b>10.862.000</b>	<b>60,7</b>	<b>1.862.000</b>	<b>23,9</b>
Conexiones	10.112.000	39,3	8.944.000	50,0	1.168.000	15,0
Fácil acceso	2.612.000	10,2	1.918.000	10,7	694.000	8,9
<b>Saneamiento</b>	<b>10.670.000</b>	<b>41,5</b>	<b>9.627.000</b>	<b>53,8</b>	<b>1.043.000</b>	<b>13,4</b>
Conexiones	8.755.000	34,1	7.912.000	44,2	843.000	10,8
Fácil acceso	1.915.000	7,5	1.715.000	9,6	200.000	2,6
<b>Población total</b>	<b>25.700.000</b>	<b>100,0</b>	<b>17.895.000</b>	<b>69,6</b>	<b>7.805.000</b>	<b>30,4</b>

## **2. Estado de salud de la población**

### **2.1 *Indicadores***

El indicador más sensible del bienestar de la población es la morbilidad porque proporciona el conocimiento sobre enfermedades que no producen necesariamente la muerte pero que reducen la capacidad para el desarrollo de las actividades laborales o escolares habituales y estimulan la demanda de los servicios de salud. Asimismo, a diferencia de la mortalidad, considera el efecto acumulativo del debilitamiento por enfermedades recurrentes.

### **2.2 *Atención prestada por el sector salud***

En 1999, las autoridades de salud informaron un total de 1.052.718 casos de enfermedades transmisibles para un conjunto de 51 patologías sometidas a registro y vigilancia epidemiológica por parte del sector salud. Casi la mitad de los casos (48,4%) corresponde a menores de cinco años y dos tercios a menores de 15 años.

### **2.3 *Importancia relativa de las enfermedades transmisibles***

En el cuadro 5 se presentan las seis enfermedades más importantes en El País agrupadas por regiones naturales y tasa de mortalidad infantil.

En los cuadros 6 y 7 se indica la incidencia e importancia relativa de las primeras 10 causas de enfermedades transmisibles entre 1997 y 1999 y las enfermedades transmisibles más importantes notificadas por profesionales a nivel de estado en 1998.

Del análisis de la información del cuadro 6 se deduce que el resfriado común y otras enfermedades respiratorias agudas en 1999 equivalen casi a la mitad de los casos (46,1 %), le sigue en importancia la gastroenteritis, enteritis y disentería con 24,3% de los casos, lo que muestra en los últimos años una tendencia ascendente. A continuación se tiene la helmintiasis con 6,5%; el paludismo con 4,5%; tuberculosis respiratoria con 3,0%; enfermedades prevenibles por vacunación (sarampión, tos ferina, tétanos, poliomielitis aguda y difteria) con 5,1%, y tifoidea y paratifoidea con 2,0%.

**Cuadro 5. Enfermedades transmisibles más importantes en El País**

Estados (Por 1.000 nacidos vivos y menores de un año)	Orden de las enfermedades transmisibles más importantes (1999)					
	1	2	3	4	5	6
Zona metropolitana 55-56	Respiratoria aguda	Gastroenteritis y disentería	Tuberculosis	Helmintiasis	Sarampión	Varicela
Frontera norte 80-83	Gastroenteritis y disentería	Tuberculosis	Respiratoria aguda	Sarampión	Tifoidea	Paperas
Frontera sur 92-96	Gastroenteritis y disentería	Respiratoria aguda	Tifoidea	Paperas	Helmintiasis	Tuberculosis
Central 103-115	Respiratoria aguda	Paperas	Gastroenteritis y disentería	Helmintiasis	Tuberculosis	Tifoidea
Costa 66-73	Respiratoria aguda	Gastroenteritis y disentería	Tifoidea	Helmintiasis	Tuberculosis	Paperas
Amazonía 124-142	Gastroenteritis y disentería	Respiratoria aguda	Helmintiasis	Tuberculosis	Tifoidea	Sarampión
Montaña 120-135	Respiratoria aguda	Gastroenteritis y disentería	Tifoidea	Paperas	Helmintiasis	Tuberculosis
El País	Respiratoria aguda	Gastroenteritis y disentería	Tuberculosis	Tifoidea	Helmintiasis	Sarampión

### 3. La medicina preventiva en El País

#### 3.1 Programas de salud

Los objetivos y políticas diseñados y aplicados en el sector salud durante los últimos años han estado orientados en gran parte a ampliar la cobertura de salud, en especial al binomio madre-niño, a los programas preventivos para el cuidado de la salud, desarrollo de salud en las áreas urbano-marginales y rurales, y prevención y control de enfermedades transmisibles.

#### 3.2 Inversiones

Las inversiones de los organismos dedicados a la prestación de servicios de salud (Instituto de Seguridad Social, Ministerio de Salud y el subsector no público) pueden ser divididas de la siguiente forma:

- Medicina curativa = Atención directa a la salud
- Medicina preventiva (individual) = Vacunación, programas materno-infantil y nutrición
- Medicina preventiva (nivel masivo/salud pública) = Saneamiento básico

**Cuadro 6. Incidencia e importancia relativa de las primeras 10 enfermedades transmisibles en El País (1997-1999)**

Enfermedades	1997					1998					1999				
	Número	%	Orden	Tasa por 100.000	Reportado por profesionales %	Número	%	Orden	Tasa por 100.000	Reportado por profesionales %	Número	%	Orden	Tasa por 100.000	Reportado por profesionales %
Resfrío común y otras enfermedades respiratorias agudas	243.133	40,4	1	1.334,0	86,2	299.225	42,4	1	1.599,5	97,7	347.122	46,1	1	1.808,2	80,1
Gastroenteritis y disenterías	152.536	25,3	2	836,9	75,7	203.263	28,8	2	1.086,6	78,8	182.940	24,3	2	953,0	79,9
Helmintiasis	49.518	8,2	3	271,7	82,1	43.628	6,2	3	233,2	85,0	48.653	6,5	3	253,4	84,3
Paludismo	20.483	3,4	6	122,4	100,0	28.563	4,1	4	152,7	100,0	33.724	4,5	4	175,7	100,0
Tuberculosis	21.579	3,6	5	118,4	89,7	22.753	3,2	5	121,6	91,8	22.792	3,0	5	118,7	94,7
Tifoidea y paratifoidea	23.868	4,0	4	131,0	90,6	21.011	3,0	6	112,3	88,7	15.358	2,0	6	80,0	91,0
Varicela	5.421	0,9		29,7	84,7	6.972	1,0		37,3	88,2	13.266	1,8	7	69,1	93,5
Sarampión	12.708	2,1	8	69,7	84,8	7.619	1,1	10	40,7	79,4	13.099	1,7	8	68,2	89,0
Escabiosis (sarna)	9.721	1,6	9	53,3	60,9	10.030	1,4	8	53,6	57,3	12.149	1,6	9	63,3	65,6
Influenza	15.642	2,6	7	85,8	61,4	12.727	1,8	7	68,0	51,1	11.959	1,6	10	62,3	54,8
Tos ferina	8.238	1,4	10	45,2	64,4	7.164	1,0		38,3	63,0	--	--	--	--	--
Otras infecciones por salmonellas	--	--	--	--	--	8.810	1,2	9	47,1	86,0	--	--	--	--	--
Otras transmisibles	39.388	6,5	11 – 51	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Todas las enfermedades</b>	<b>602.235</b>					<b>704.914</b>					<b>752.718</b>				

**Cuadro 7. Enfermedades transmisibles por estados de El País  
1999**

<b>Orden de las enfermedades transmisibles</b>														
<b>Departamentos</b>	<b>Respiratorias agudas</b>	<b>Gastroenteritis y disentería</b>	<b>Tuberculosis respiratoria</b>	<b>Tifoidea y paratifoidea</b>	<b>Sarampión</b>	<b>Helmintiasis</b>	<b>Fiebre urbana</b>	<b>Blenorragia</b>	<b>Varicela</b>	<b>Hepatitis viral</b>	<b>Tos ferina</b>	<b>Paludismo</b>	<b>Influenza</b>	<b>Otras formas de tuberculosis</b>
Estado A	1	2	3	7	5	6	8	9	4	10	--	--	--	--
Estado B	1	2	4	7	5	3	8		6	9	10	--	--	--
Estado C	1	2	4	6	7	3	8	9	5	--	10	--	--	--
Estado D	10	3	1	2	9	--	4	7	5	6	--	--	--	--
Estado E	1	2	4	7	--	8	9	--	5	10	6	3	--	--
Estado F	6	1	2	4	5	--	3	--	9	10	8	--	--	7
Estado G	1	2	7	5	--	4	8	9	6	10	--	--	3	--
Estado H	1	2	--	5	10	4	7	6	9	8	--	3	--	--
Estado I	1	2	7	6	--	5	4	--	--	9	8	3	10	--
Estado J	3	2	6	7	--	1	--	--	8	--	10	4	5	--
Estado K	1	2	4	6	7	3	--	10	8	--	--	5	9	--
Estado L	2	4	5	8	--	3	--	9	7	10	--	1	6	--
Estado M	1	3	6	5	10	4	--	--	--	9	8	2	7	--
Estado N	1	3	6	5	10	2	8	7	--	9	--	4	--	--
Estado O	1	2	3	4	7	6	9	--	5	10	--	8	7	--
Estado P	2	4	6	5	--	3	--	10	8	7	9	1	--	--
Estado Q	1	3	4	10	--	2	--	8	6	9	7	4	--	--
Estado R	1	2	5	5	8	3	--	10	7	9	6	--	--	--
Estado S	1	3	7	8	9	4	--	--	6	--	10	2	5	--
Estado T	1	2	6	5	7	4	--	--	10	8	9	--	3	--
Estado U	1	2	6	5	10	4	7	--	9	8	--	--	3	--
Estado V	1	2	3	5	6	4	--	9	8		7	--	--	10
Estado W	1	2	7	5	4	6	10	--	--	8	9	3	--	--
Estado X	1	2	6	4	10	3	--	--	8	7	--	5	9	--
Estado Y	1	2	3	4	5	7	--	9	8	10	6	--	--	--
<b>Tota El País</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>--</b>



Los gastos efectuados por estos sectores se ilustran en el cuadro 8, en donde se nota que aproximadamente 97% del gasto total se dedica a la atención de la salud mediante la medicina curativa.

**Cuadro 8. Inversiones del sector salud y vivienda en el control de enfermedades (expresado en porcentaje)**

Intervención	MINSA	Seguridad Social	Sector privado	Ministerio de Vivienda	Total
Atención a la salud	93,9	---	---	---	55,5
Vacunación	7,7	---	---	---	1,7
Curación	85,2	100,0	100,0	---	53,8
Control de enfermedades transmisibles	3,9	---	---	---	1,1
Saneamiento ambiental	2,2	---	---	100,0	43,4

### 3.3 *Salud pública*

Todas las enfermedades transmisibles pueden evitarse, unas con mayor facilidad que otras. El principio de intervención en salud pública supone el levantamiento de barreras en puntos seleccionados del ciclo de transmisión de la enfermedad. Estos medios de control suelen ser la atención directa sobre la salud, vacunación y control del ambiente. El control del ambiente resulta ser en muchos casos el método más económico, racional y el único de prevención para algunos grupos de enfermedades. En el cuadro 9 se indican los principales tipos de intervención para el control de las principales enfermedades transmisibles.

Todos estos programas de intervención contribuyen de una u otra manera a mejorar la calidad de vida de los pobladores de un país, siendo los programas de abastecimiento de agua y saneamiento los de mayor trascendencia y los que demandan la mayor cantidad de recursos económicos para su implementación, más no así para su operación. Sin embargo, para lograr un mayor impacto, los programas de abastecimiento de agua y saneamiento deben ir acompañados de programas de educación sanitaria.

Los principales campos identificados que tienen acción directa sobre el ambiente por su contribución al levantamiento de barreras contra las enfermedades transmisibles son:

- Abastecimiento de agua
- Saneamiento
- Control de alimentos
- Recolección y disposición de residuos sólidos
- Control de establecimientos públicos
- Control de vectores
- Higiene de la vivienda

- Salud ocupacional
- Contaminación del aire.

Al agrupar las enfermedades transmisibles que afectan a El País en función de los medios de control indicados en el cuadro 9, se puede elaborar el cuadro 10. Este último cuadro permite apreciar el impacto de los diferentes tipos de intervención en el control de las enfermedades transmisibles; el control del ambiente es el que brinda los mayores beneficios siempre que vaya asociado con otros programas, principalmente con el de educación sanitaria. Además, la comparación entre las inversiones realizadas por las diferentes instituciones para el combate contra las enfermedades transmisibles con la efectividad de los programas de control de enfermedades transmisibles, permite visualizar que las intervenciones en el campo preventivo y específicamente sobre el ambiente constituye una herramienta sumamente efectiva para disminuir la presión sobre el nivel curativo.

**Cuadro 9. Incidencia de enfermedades transmisibles en El País (1999)**

Enfermedades	Total de casos	%	Orden	Tasas por 100.000	Tipo de control <sup>(*)</sup>			
					V	T	A	E
Otras infecciones respiratorias agudas	222.301	29,5	01	1.157,9			x	x
Gastroenteritis y otras infecciones diarreicas	174.698	23,2	02	910,0			x	
Resfrío común	124.821	16,6	03	650,2			x	x
Otras helmintiasis	47.431	6,3	04	247,1			x	
Paludismo	33.724	4,5	05	175,5			x	
Tuberculosis respiratoria	21.038	2,8	06	109,6	x			
Tifoidea y paratifoidea	15.358	2,0	07	80,0			x	
Varicela	13.266	1,8	08	69,1	x			
Sarampión	13.039	1,7	09	67,9	x			
Escabiosis (sarna)	12.149	1,6	10	63,3			x	
Influenza	11.659	1,6	11	62,3	x		x	x
Paperas	7.844	1,0	12	40,9	x			
Tos ferina	7.145	0,95	13	37,2	x			
Otras infecciones por salmonellas	6.845	0,91	14	35,7			x	
Hepatitis vírica	6.711	0,89	15	35,0			x	
Intoxicación alimentaria	5.680	0,75	16	29,6			x	
Shigelosis	5.636	0,75	17	29,4			x	
Blenorragia	5.285	0,70	18	27,5		x		x
Amibiasis	2.610	0,35	19	13,6			x	
Leishmaniasis	2.410	0,36	20	12,6			x	
Otras formas de tuberculosis	1.754	0,23	21	9,1	x			
Fiebre amarilla	1.363	0,18	22	7,1	x		x	
Anquilostomiasis y necatoriasis	1.222	0,16	23	6,4			x	

Enfermedades	Total de casos	%	Orden	Tasas por 100.000	Tipo de control (*)			
					V	T	A	E
Angina estreptocócica	1.157	0,15	24	6,0		x		
Sífilis tardía	1.099	0,15	25	5,7		x		x
Sífilis precoz	1.091	0,15	26	5,7		x		x
Brucelosis	925	0,12	27	4,8		x		
Linfogranuloma venéreo	650	0,09	28	3,4		x		x
Chancro blando	571	0,08	29	2,3		x		x
Peste silvestre	454	0,06	30	2,4			x	
Tétanos	404	0,05	31	2,1	x			
Rubéola	355	0,05	32	1,8	x			
Carbunco	384	0,05	33	1,8	x		x	x
Bartonelosis	194	0,03	34	1,0		x		x
Infecciones meningocócicas	193	0,03	35	1,0	x		x	
Equinococosis (hidatidosis)	189	0,03	36	1,0			x	x
Encefalitis vírica	165	0,02	37	0,9	x		x	x
Poliomielitis aguda	129	0,02	38	0,7			x	
Difteria	127	0,02	39	0,7	x			
Lepra	87	0,01	40	0,5		x		x
Toxoplasmosis	62	0,01	41	0,3			x	x
Pinta	48	0,01	42	0,3		x		
Sífilis congénita	37	0,005	43	0,2		x		
Rabia humana	27	0,004	45	0,1	x			
Tracoma	25	0,003	46	0,1		x		
Tifus exantemático	25	0,003	47	0,1			x	x
Frambesia	21	0,003	48	0,1		x	x	
Enfermedad de Chagas	12	0,002	49	0,1			x	x
Cólera					x		x	
Víruela					x			
<b>Total</b>	<b>752.718</b>	<b>100</b>		<b>3.920,8</b>				

(\*) V = Vacunación; T = Tratamiento; A = Ambiente y E = Educación sanitaria.

**Cuadro 10. Impacto de los medios de control en la salud humana**

Medio de control	Porcentaje de casos controlados <sup>(1)</sup>	Medidas de control complementarias <sup>(2)</sup>				Total	Inversión %	Inversión equivalente por persona
		Vacunación	Curación	Educación sanitaria	Vacunación y educación sanitaria			
Vacunación	64.999	--	--	--	--	64.999	1,7	26,2
Curación	1.157	--	--	9.062	--	10.219	53,8	5.265,0
Control del ambiente	315.553	1.584	21	347.864	12.508	677.530	<sup>(3)</sup> 44,5	59,12
<b>Total</b>	<b>381.708</b>	<b>1.584</b>	<b>21</b>	<b>356.926</b>	<b>12.508</b>	<b>752.748</b>	<b>100,0</b>	

(1) Controladas por el medio indicado.

(2) Controladas conjuntamente con acciones sobre el ambiente.

(3) Incluye control de enfermedades transmisibles.

#### **4. Prevención de enfermedades por medio del abastecimiento del agua segura**

##### **4.1 Impacto del abastecimiento de agua en la disminución de enfermedades**

La ventaja de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano sobrepasa la simple conveniencia del suministro. Siempre se prevé algún tipo de mejora en la salud de la población beneficiada con suministros seguros de agua. Los mecanismos por medio de los cuales el agua influye en la salud humana son complicados. El Instituto Ross (Escuela de Higiene y Medicina Tropical de la Universidad de Londres) ha desarrollado una clasificación, en la cual el mecanismo de influencia reemplaza la clasificación del agente responsable como el factor principal de la clasificación. En el cuadro 11 se resume dicha clasificación.

De lo expuesto, queda claro que el consumo de agua libre de desechos fecales, aparte de contribuir a la protección de los consumidores, también cumple un rol clave en el control de un amplio rango de enfermedades relacionadas con la higiene. Por ejemplo, influye fundamentalmente en las enfermedades hídricas clásicas, tales como la diarrea, disentería bacilar y amebiana, tifoidea, paratifoidea y hepatitis.

Además hay otras enfermedades influidas por la **continuidad** y **cantidad** y no por la ingesta de los microbios que pudieran estar presentes en el agua (**calidad**) y que están relacionadas con los hábitos higiénicos y el aseo personal (higiene de alimentos y manos, etc.), en los cuales el agua ayuda directamente a la prevención.

**Cuadro 11. Influencia del agua en la salud humana**

Mecanismo de influencia	Ejemplos	Medidas de control
<b>I. Transportadas por el agua (fecal-oral)</b> a) Clásicas b) No clásicas	Tifoidea, cólera, etc. Hepatitis infecciosa, etc.	Mejoramiento de la <b>calidad</b> microbiológica del agua
<b>II. Relacionadas con la higiene</b> a) Piel y ojos b) Diarreas	Sarna, tracoma, etc. Disentería bacilar, etc.	Mejoramiento de la <b>cantidad</b> y de la <b>continuidad</b>
<b>III. Basados en el agua</b> a) Penetración b) Ingestión	Bilharzia, etc. Dracontiasis, etc.	Protección de los usuarios Protección de la fuente de agua
<b>IV. Infección a través de vectores</b> a) Picaduras b) Reproducción en el agua	Tripanosomiasis, etc. Fiebre amarilla, etc.	Canalización del agua desde la fuente hasta el punto de consumo

Además hay otras enfermedades influidas por la **continuidad** y **cantidad** y no por la ingesta de los microbios que pudieran estar presentes en el agua (**calidad**) y que están relacionadas con los hábitos higiénicos y el aseo personal (higiene de alimentos y manos, etc.), en los cuales el agua ayuda directamente a la prevención.

Es difícil separar las contribuciones al mejoramiento de la salud por los distintos parámetros de calificación de la calidad de agua y aún es más difícil efectuar predicciones sobre el impacto en la salud de una acción específica.

Se estima que el agua para consumo humano de buena calidad contribuye a la reducción sustancial de muchas enfermedades. En estudios realizados en el África se ha podido estimar el grado de reducción, tal como se muestra en el cuadro 12.

**Cuadro 12. Reducción estimada de enfermedades por el adecuado abastecimiento de agua (África del Este)**

<b>Enfermedades</b>	<b>Porcentaje (%) de reducción de enfermedades</b>
Gusano de Guinea	100
Tifoidea	80
Esquistosomiasis	80
Leptospirosis	80
Tripanosomiasis gambiense	80
Escabiosis	80
Bejel	70
Enfermedades inflamatorias de los ojos	70
Esquistosomiasis no específica	60
Disentería bacilar	50
Amebiasis	50
Disentería no específica	50
Gastroenteritis (de 4 semanas – 2 años)	50
Gastroenteritis (mayores de 2 años)	50
Infecciones de la piel y subcutáneos	50
Diarrea del neonato	50
Paratifoidea y otras salmonelosis	40
Esquistosomiasis intestinal	40
Ascariasis	40
Otitis externa	40
<b>Promedio</b>	<b>52</b>

Para analizar el impacto sobre las enfermedades transmisibles en El País por diversas medidas de control, se ha elaborado el cuadro 13 en donde se puede notar que el impacto teórico de las intervenciones de control del ambiente es sumamente significativo. Al respecto, se debe entender que la efectividad de estos programas de control del ambiente deben estar compuestos por intervenciones multidisciplinarias, tanto en el campo técnico como en lo social y educativo.

**Cuadro 13. Reducción estimada de enfermedades transmisibles por acciones de control del ambiente y otros**

	Agua		Educación sanitaria	Saneamiento		Higiene de alimentos	Casos 1984
	Calidad	Cantidad		Aguas grises	Disposición de excretas		
01. Gastroenteritis y otras infecciones diarreicas	xx	xxx	xxx	0	xx	xx	174.698
02. Otras helmintiasis	x	xx	xx	x	xxx	xx	47.431
03. Paludismo	0	0	0	x	0	0	33.724
04. Tifoidea y paratifoidea	xx	xx	xx	x	xx	xx	15.358
05. Escabiosis (sarna)	0	xxx	xxx	0	0	0	12.149
06. Otras infecciones por salmonellas	x	xx	xx	x	xx	xxx	6.845
07. Hepatitis vírica	x	xx	xxx	0	xx	xx	6.711
08. Intoxicación alimentaria	0	x	xx	0	xx	xxx	5.680
09. Shigelosis	xxx	xxx	xxx	0	xx	xx	5.636
10. Amebiasis	x	xxx	xxx	0	xx	xx	2.610
11. Leishmaniasis	0	0	xx	xx	0	0	2.410
12. Fiebre amarilla	0	0	xx	xx	0	0	1.363
13. Anquilostoma y necatoriasis	x	x	x	x	xxx	xx	1.222
14. Poliomiелitis aguda	x	xxx	xxx	0	xx	xx	129
15. Tracoma	0	xxx	xxx	0	0	0	25
16. Tifus exantemático	0	xx	xx	0	0	0	25
<b>Total</b>							316.016
<b>Porcentaje</b>							42%
<b>Total de casos reportados en 1986</b>							752.718

xxx : Muy significativo    xx : Significativo    x : Poco significativo    0 : No significativo

## 5. Vigilancia

### 5.1 Vigilancia del abastecimiento de agua

La vigilancia del agua de consumo humano es una actividad distinta del control de calidad, pero compatible y complementaria con ella. La vigilancia es una actividad investigativa, cuyo énfasis está en la salud pública y la entidad responsable es el Ministerio de Salud, de acuerdo con lo prescrito en el Código Sanitario.

El control de calidad es una actividad de monitoreo rutinario, cuya finalidad es garantizar que la calidad del agua y del servicio de abastecimiento en todo el sistema de distribución hasta su entrega a las comunidades cumpla con la normativa vigente. Esta tarea es responsabilidad del abastecedor.

Las dos actividades están claramente distinguidas en las *Guías para la calidad del agua potable* de la OPS/OMS, de la siguiente manera:

*"Las estructuras organizativas destinadas a garantizar el cumplimiento de las exigencias planteadas por la legislación, por las normas o por los códigos de práctica referentes a la calidad del agua potable deben permitir y facilitar que el proceso de vigilancia sea **compartido** entre la empresa de abastecimiento de agua y una entidad de vigilancia separada, de preferencia independiente. La primera será responsable en todo momento de la calidad y seguridad del agua que produce.*

*Las pruebas y el monitoreo rutinario llevados a cabo por la empresa de abastecimiento de agua serán denominados como pruebas de control de la calidad del agua; esto no debe confundirse con las **verificaciones** que llevará a cabo en forma separada la entidad de vigilancia. Tanto las pruebas de control de calidad del agua como las pruebas realizadas por la entidad de vigilancia deberán aplicarse a todos los tipos de agua que disponga la comunidad.*

*La entidad de vigilancia deberá, de preferencia, constituirse a nivel nacional y operará a nivel central, provincial (regional) y local, generalmente por intermedio de la autoridad de salud. Esta entidad de vigilancia deberá preocuparse de los aspectos de salud pública relacionados con los abastecimientos de agua potable y tendrá la responsabilidad general de garantizar que todos los sistemas bajo su jurisdicción estén libres de cualquier **riesgo a la salud**".*

## 5.2 Vigilancia en El País

La vigilancia en El País se aplicó únicamente en la ciudad capital y se inició a fines de la década de 1940 como actividad del Ministerio de Salud por la falta de control de la calidad del agua en la red de distribución por parte del abastecedor. El programa prosiguió durante la década de 1950, disminuyó gradualmente en los sesenta y desapareció prácticamente en la década de 1970, cuando los grandes abastecedores iniciaron de modo básico sus programas de control de calidad. Se atribuye la desaparición del programa al poco impacto de las acciones de vigilancia como consecuencia de la injerencia política en el manejo de los sistemas de abastecimiento de agua, lo que condujo a que el órgano vigilador del sector salud estuviera impedido de enjuiciar la labor del abastecedor de agua. Ello produjo recorte progresivo de los recursos económicos y la pérdida de los profesionales que estuvieron encargados de esa labor.

Actualmente, en el marco del Plan Regional de Mejoramiento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, el cual ha sido aceptado por El País, las autoridades de salud, conjuntamente con los representantes de los abastecedores de agua y del ente regulador, han acordado elaborar un plan general en donde se identifique las responsabilidades de cada una de las partes y la modalidad de coordinación de modo que se disponga de un sólido programa de



control de calidad tanto a nivel urbano como rural y que la información producida por los servicios de abastecimiento de agua sea utilizado por el organismo de vigilancia para evaluar el riesgo a la salud de la población consumidora de agua.

## **6. Marco legal y organizacional**

El Código Sanitario del Ministerio de Salud establece que este sector es el responsable de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano. A su vez, el Ministerio ha encargado esta tarea a la Oficina de Salud Ambiental. En la estructura organizativa, la Oficina de Salud Ambiental cuenta con el Departamento de Calidad del Agua, la misma que está encargada de planificar a nivel nacional las actividades de vigilancia tanto en el ámbito urbano como rural.

En cumplimiento de su competencia, el Ministerio de Salud ha promulgado la Norma sobre Calidad del Agua para Consumo Humano, que es aplicable a nivel nacional tanto para el medio urbano como rural. Una de las cualidades de la Norma es que establece una clasificación de las determinaciones analíticas y define un conjunto de realización obligatoria y otro grupo de ejecución opcional vinculada con la capacidad de las instalaciones de abastecimiento de agua.

Por su parte, el sector de abastecimiento de agua cuenta con un ente regulador encargado de la fiscalización de las entidades prestadoras del servicio de abastecimiento de agua. Con respecto a la calidad del agua, el ente regulador, a través de directivas, establece las acciones que deben ejecutar los abastecedores a fin de determinar la calidad de servicio que brindan.

En lo que respecta a los abastecedores, ellos se encuentran organizados en una asociación que les permite negociar con el ente regulador de modo que las exigencias que tengan que ejecutar puedan ser implementadas gradualmente y cumplidas en un tiempo relativamente corto, de tres años.

## CAPÍTULO II

### 7. El Plan de Vigilancia de la Calidad del Agua

#### 7.1 Generalidades

El Plan de Vigilancia de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano ha tomado en cuenta los sistemas administrados por las entidades prestadoras de servicio que normalmente atienden a las localidades urbanas, los sistemas municipales y los que están a cargo de las comunidades rurales.

El Plan de Vigilancia de la Calidad del Agua considera no solamente la calidad propia del agua, sino la calidad del servicio que se brinda. De esta manera, se podrá determinar las necesidades de inversión para la rehabilitación, ampliación o mejoramiento de la infraestructura sanitaria. En la calidad de los servicios de agua están implicados la calidad del agua, la continuidad, la cobertura, la cantidad y los costos.

Asimismo, se ha definido que el programa de vigilancia y control abarque el sistema de distribución de agua que va desde la calidad de la planta de tratamiento hasta el inicio de la conexión domiciliaria.

En el presente caso, se ha considerado que la vigilancia tendrá como función determinar, comunicar y obligar a los entes responsables de la administración de los servicios de abastecimiento de agua que la calidad y el riesgo sanitario se enmarque dentro de las recomendaciones o normas vigentes.

#### 7.2 Objetivos del Plan de Vigilancia

El objetivo principal del Plan es contribuir a elevar los niveles de salud y mejorar la calidad de vida de la población por medio de los sistemas de abastecimiento de agua e identificar las acciones necesarias para el mejoramiento de la calidad de los servicios de agua.

##### 7.2.1 Objetivos específicos

- a) Calificar la calidad física, química y bacteriológica del agua destinada al consumo humano.
- b) Determinar el riesgo a la salud humana que presentan los sistemas de abastecimiento de agua.
- c) Cuantificar la cobertura regional y nacional.
- d) Determinar el grado de continuidad de los servicios de abastecimiento.

- e) Determinar el costo del agua destinado al consumo humano.
- f) Contribuir con los programas de rehabilitación y ampliación de los sistemas de abastecimiento de agua mediante la identificación de los campos prioritarios para inversiones e indicar a los entes nacionales y regionales, las localidades con mayores problemas a través de informes sobre las características básicas del servicio.
- g) Difundir a nivel técnico y político los resultados del Plan de Vigilancia.
- h) Identificar los programas requeridos de educación sanitaria a fin de mejorar los hábitos de higiene de la población beneficiada.
- i) Concientizar a la población sobre la necesidad de exigir a los abastecedores de agua el suministro de agua de buena calidad y en cantidad adecuada durante las 24 horas del día y a un justo precio.
- j) Fortalecer el sistema de vigilancia epidemiológica para evaluar el impacto del Plan de Vigilancia y de las acciones de mejoramiento de la calidad del agua.
- k) Mejorar los normas legales, reglamentos y normas vinculadas a la conservación y preservación de la calidad del agua para consumo humano.

### **7.3 *Políticas y estrategias***

Considerando que la vigilancia y el control de la calidad del agua es una actividad poco desarrollada en El País y que este atraviesa una difícil situación social y económica, El Plan propone la aplicación de políticas racionales en la formulación de las soluciones y el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles, de acuerdo con las necesidades de la población.

Para la consecución de los resultados se deberá establecer una serie de estrategias en el mejoramiento de los servicios, la coordinación y desarrollo de los sectores involucrados, el desarrollo de recursos humanos, la promoción de la participación de las comunidades, la economía de las inversiones y el financiamiento adecuado.

### **7.4 *Campos de acción***

El Plan de Vigilancia define dos campos de acción: a) el sistema de abastecimiento de agua, y b) la calidad de los servicios. El sistema de abastecimiento está conformado por la parte física de la red de distribución y sus componentes; y la calidad de los servicios está representada por los aspectos de calidad, cantidad, continuidad, cobertura y costo, como se muestra a continuación.

<b>Sistema de abastecimiento</b> (infraestructura física)	Expuesto al menor riesgo de contaminarse o ser contaminado. Observancia de la calidad del agua en todos los componentes del sistema de abastecimiento.	
<b>Calidad del servicio</b>	Calidad	Apta para consumo humano
	Cantidad	Suficiente para los fines domésticos
	Cobertura	Abarca al mayor número de la población
	Continuidad	Disponible la mayor parte de tiempo en el año
	Costo	El mínimo necesario

## 7.5 Alcances

En principio, el alcance del Plan ha sido elaborado para un horizonte de 10 años y abarca a todos los suministros colectivos de agua de consumo humano, sean de ciudades principales a través de conexiones domiciliarias, piletas públicas o camiones cisterna. Al efecto, la acción en el medio urbano abarcará el íntegro del área habitable mientras que en el rural sólo la servida por redes de abastecimiento de agua. De este modo se considera para los fines de elaboración del Plan a todos los centros poblados con más de 100 habitantes.

No se considera como parte del Programa de Vigilancia dos actividades auxiliares:

- la autorización del uso de nuevas fuentes de agua con fines de abastecimiento, y
- el seguimiento de la calidad del agua cruda de las fuentes de abastecimiento.

La autorización del uso de nuevas fuentes de agua con fines de abastecimiento solamente se requiere durante la etapa de planificación y normalmente lo aprueba la autoridad sanitaria y no forma parte de las responsabilidades de la oficina de vigilancia.

En cuanto a la fiscalización de la calidad de las aguas crudas de las fuentes, específicamente de las aguas superficiales, las entidades encargadas de su explotación están obligadas a poner en conocimiento de la autoridad competente la calidad de las mismas con la finalidad de efectuar el seguimiento histórico de su comportamiento. En el presente caso la autoridad competente son las autoridades de cuenca, pero deberá ser comunicado obligatoriamente a la autoridad sanitaria para su seguimiento.

Los campos de la vigilancia y el control de la calidad del agua están dirigidos a vigilar y controlar:

- a) Agua distribuida por tuberías (componentes, conexiones domiciliarias y piletas públicas).
  - 1) Agua sometida a desinfección
  - 2) Agua no sometida a desinfección
- b) Agua no distribuida por tuberías (pozos, camiones, etc.)
  - 1) Agua sometida a desinfección
  - 2) Agua no sometida a desinfección

## **7.6 Resultados esperados**

### *7.6.1 Impacto en el progreso social y desarrollo de El País*

El agua es fundamental para la existencia del ser humano y su uso mejora la calidad de vida. El agua desempeña un papel importante en la higiene personal y limpieza, por lo que se convierte en un componente fundamental de la atención de las necesidades básicas de la población.

El objetivo final de la vigilancia de la calidad del agua es el de contribuir a mejorar el nivel general de salud y bienestar de la comunidad y, por ende, contribuir al progreso social y económico de El País.

### *7.6.2 Impacto en la reducción y control de enfermedades*

En El País existe una alta tasa de mortalidad causada por enfermedades gastrointestinales y de otro tipo, relacionadas con la falta de agua de bebida y la baja calidad de la misma.

Una combinación de buen abastecimiento de agua y educación sanitaria sobre su uso e higiene personal, reducirá el riesgo de transmisión de enfermedades de origen hídrico, lo que contribuirá al aumento de la expectativa de vida.

### *7.6.3 Actividades de vigilancia y control*

En El País, las enfermedades hídricas de transmisión fecal-oral son las de mayor importancia. Sólo las enfermedades diarreicas representaron 24,3% de las atenciones médicas por enfermedades notificables en 1999 (véase cuadro 6).

Por ese motivo, el enfoque de las actividades de vigilancia estará dirigido principalmente a la definición de la calidad del agua, calidad del servicio y nivel de riesgo sanitario.

Las actividades para definir la calidad del agua se centrarán en definir la presencia de los agentes biológicos. Sin embargo, al existir un determinado riesgo a la salud por la presencia de sustancias químicas, ellas también serán incluidas en la evaluación de la calidad del agua.

La calidad del servicio se definirá por medio de los indicadores básicos representados por la calidad, cantidad, continuidad, cobertura y costo.

La inspección sanitaria estará dirigida a determinar la susceptibilidad del sistema a contaminarse en forma accidental o inducida por agentes externos.

Desde este punto de vista se considera que las actividades de vigilancia y control se desarrollarán en tres áreas básicas: a) sistema de distribución propiamente dicho que abarca desde la salida de las estructuras de almacenamiento hasta la conexión domiciliaria; b) estructuras de

almacenamiento de agua, como cisternas y reservorios de distribución; y c) salidas de las plantas de tratamiento o fuente de abastecimiento que pueden estar representadas por la tubería de aducción o reservorios matrices.

#### *7.6.4 Sistema de distribución*

En esta parte del sistema de abastecimiento de agua se evaluará la calidad bacteriológica y un grupo reducido de parámetros fisicoquímicos y se complementará con la inspección sanitaria de los componentes que conforman el sistema de distribución. En función de los tipos de abastecimiento existentes en El País, se consideran dos situaciones:

a) Agua desinfectada

En sistemas donde se desinfecte el agua, las determinaciones analíticas a ser realizadas en forma obligatoria son cloro residual, turbiedad y pH. La determinación de coliformes fecales podrá tener una frecuencia menor a la recomendada en la norma.

b) Agua no desinfectada

En sistemas de abastecimiento en donde no se desinfecte el agua, la determinación de coliformes termotolerantes será obligatoria, así como de la turbiedad. Teniendo en cuenta la rápida variación de la calidad microbiológica del agua, estos tipos de sistemas requerirán de una alta frecuencia de muestreo conjuntamente con la realización de inspecciones sanitarias más seguidas.

#### *7.6.5 Reservorios y salida de plantas de tratamiento*

En las líneas de aducción, que es el tramo comprendido entre la planta de tratamiento o fuente de abastecimiento directo y el reservorio matriz o reservorio de distribución, aparte de las determinaciones de cloro residual y coliformes termotolerantes, se dará especial énfasis a las determinaciones fisicoquímicas que afectan la aceptabilidad del agua, así como inorgánicos y orgánicos que afectan la salud humana. En el cuadro 14 se indican las determinaciones de los compuestos fisicoquímicos establecidos en la norma de calidad de agua para consumo humano y que se han tomado en cuenta en el Plan de Vigilancia y Control conjuntamente con las determinaciones de cloro residual y coliformes termotolerantes.

**Cuadro 14. Determinaciones analíticas establecidas en la norma de calidad**

<b>Determinaciones que afectan la aceptabilidad</b>	<b>Compuestos inorgánicos</b>	<b>Compuestos orgánicos</b>
pH	Arsénico	Alcanos clorados
Turbiedad	Cadmio	Etenos clorados
Color	Cromo	Hidrocarburos aromáticos
Dureza	Cianuro	Compuestos polinucleares
Cloruro	Fluoruro	Clorobencenos
Sólidos totales	Mercurio	Pesticidas
Sulfato	Nitrato	Fenoles y clorofenoles
Aluminio	Plomo	Trihalometanos
Cobre	Selenio	Benceno y alquil bencenos inferiores
Hierro		
Manganeso		
Cinc		
Sodio		

La presencia en el agua para consumo humano de los parámetros inorgánicos y orgánicos mostrados en el cuadro anterior se presentan muy raras veces, por ello, se ha considerado que estas pruebas se realicen en las líneas de aducción y esporádicamente en los reservorios. Sin embargo, dependiendo de la capacidad de los laboratorios de las entidades prestadoras de servicio, ellas podrán efectuarse en la red de distribución. De otra parte, en el caso de que la calidad de la fuente de agua cruda indique la presencia de sustancias que afecten o influyan en la salud, alteren la calidad organoléptica o que el agua haya sido tratada con productos químicos orgánicos o inorgánicos no autorizados, los responsables del control de la calidad del agua deberán realizar la medición frecuente del componente respectivo.

## **7.7 Lineamientos básicos del Plan**

### **7.7.1 Niveles de vigilancia y control**

El programa de vigilancia y control está dirigido no sólo a descubrir lo que está mal para remediar la situación, sino a exigir e identificar las medidas correctivas que las instituciones encargadas de su administración deben aplicar para reducir o eliminar los riesgos sanitarios.

A fin de viabilizar la implementación del Plan de Vigilancia y Control de los Servicios de Agua de Consumo Humano, se ha previsto aplicar un programa escalonado en el tiempo. Al efecto, el programa tendrá en cuenta la capacidad analítica de los laboratorios existentes en las entidades prestadoras de servicios y en el sector salud. De esta manera se ha previsto que la implementación se realice por niveles; los niveles más altos de ejecución se aplicarán en las ciudades de mayor población que cuenten con laboratorios bien implementados y los menores niveles en las poblaciones pequeñas y sin laboratorios.

Se ha considerado que el organismo de vigilancia y ente regulador ejercerán presión sobre los responsables del control de la calidad del agua para consumo humano para que el número de determinaciones analíticas vayan incrementándose progresivamente a lo largo de los años.

Los niveles de vigilancia han sido definidos en función de la disponibilidad de los recursos humanos, materiales y económicos. Al efecto se han definido cinco niveles de vigilancia y control que varían desde las acciones mínimas indispensables hasta el nivel deseable o recomendable.

### *7.7.2 Evaluaciones recomendadas y frecuencia del muestreo*

La selección de los parámetros analíticos ha sido definida por consenso entre la autoridad sanitaria, el ente regulador y el representante de los abastecedores dentro del marco de la norma de calidad del agua. El tipo de determinaciones y las frecuencias de muestreo han sido agrupadas de acuerdo con el tamaño poblacional de las localidades, las mismas que fueron definidas en cinco categorías: a) ciudades mayores con poblaciones mayores de 200.000 habitantes; b) ciudades medianas con 50.000 a 200.000 habitantes; c) ciudades pequeñas con 10.000 a 50.000 personas; d) pueblos con 2.500 a 10.000 habitantes; y e) localidades rurales con poblaciones entre 100 y 2.500 habitantes. Adicionalmente, se ha tenido en consideración las partes del sistema de abastecimiento de agua: a) salida de plantas de tratamiento; b) depósitos de almacenamiento de agua o reservorios y c) red de distribución de agua. En el cuadro 15 se presenta las determinaciones y las frecuencias de muestreo por tamaño de ciudades y partes del sistema de abastecimiento de agua.

En la elaboración de los programas analíticos de cada localidad se podrá considerar que los sistemas que desinfecten sus aguas y que tengan poblaciones mayores de 50.000 habitantes, podrán disminuir la frecuencia del muestreo bacteriológico siempre que se realicen determinaciones de cloro residual en los puntos más distantes de la red de distribución.

Para el caso específico de los programas de vigilancia a cargo de la autoridad de salud, se ha considerado la realización de las determinaciones indicadas en el cuadro 16. Los niveles de vigilancia a implementar han sido definidos a partir de la capacidad analítica de los laboratorios que la autoridad dispone en El País y en líneas generales se estima que puede corresponder a 10% de las determinaciones realizadas por los abastecedores.

La frecuencia de muestreo para las determinaciones bacteriológicas y fisicoquímicas dentro del marco de la vigilancia de la calidad del agua se indican en los cuadros 17 y 18.

### *7.7.3 Inspecciones sanitarias*

Las inspecciones sanitarias estarán a cargo de los abastecedores de agua tanto públicos como privados y de las autoridades municipales que administren sus servicios de abastecimiento de agua. La frecuencia recomendada para la ejecución de esta labor se presenta en el cuadro 19. La autoridad de vigilancia se encargará de la verificación de la calidad de la información a través de auditorías a los órganos responsables.





**Cuadro 16. Determinaciones analíticas por nivel de vigilancia**

Distribuida por tuberías	Nivel				
	I	II	III	IV	V
<b>Agua desinfectada</b>					
Aducción	A	B+A	C+A	D+A	E+A
Distribución	A	B+A	C+A	D+A	E+A
Pileta pública	A	B+A	---	---	---
<b>Agua no desinfectada</b>					
Aducción	B	C	D	E	---
Distribución	B	C	D	E	---
Pileta pública	B	---	---	---	---
No distribuida por tuberías	Nivel				
	I	II	III	IV	V
<b>Agua desinfectada</b>					
Camión cisterna	A	B+A	C+A	---	---
<b>Agua no desinfectada</b>					
Camión cisterna	B	B+A	C+A	---	---

- A = Cloro residual  
 B = Coliformes termotolerantes + turbiedad  
 C = B + componentes que afectan la calidad organoléptica del agua  
 D = C + componentes inorgánicos que influyen en la salud  
 E = D + componentes orgánicos que influyen en la salud

**Cuadro 17. Frecuencia del muestreo bacteriológico por niveles (número de muestras por año)**

Tamaño de la población	Nivel				
	I	II	III	IV	V
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	0	1	2		
<b>Pueblos</b> 2500 – 10.000 hab.	0	1	2	4	
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	0	1	2	4	12
<b>Ciudades medias</b> 50.000 – 200.000 hab.	1	2	4	12	26
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 – hab.	2	4	12	26	52

**Cuadro 18. Frecuencia del muestreo fisicoquímico por niveles (número de muestras por año)**

Tamaño de la población	Nivel									
	Superficial					Subterránea				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	2					1				
<b>Pueblos</b> 2500 – 10.000 hab.	2	4				1				
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	2	4	12			1	2			
<b>Ciudades medias</b> 50.000 – 200.000 hab.	2	4	12	26		1	2			
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 – hab.	2	4	12	26	52	1	2	4		

**Cuadro 19. Frecuencia de inspecciones sanitarias por niveles**

Tamaño de la población	Nivel				
	I	II	III	IV	V
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	0	C/2 años	Anual		
<b>Pueblos</b> 2500 – 10.000 hab.	0	Anual	C/6 meses		
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	0	Anual	C/6 meses		
<b>Ciudades medias</b> 50.000 – 200.000 hab.	Anual	C/6 meses	C/3 meses		
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 – hab.	Anual	C/6 meses	C/3 meses		

## 7.8 *Programas de vigilancia y control*

### 7.8.1 *Generalidades*

En la preparación del presente plan se han considerado dos grupos de programas: a) Programas operativos; y b) Programas de apoyo. Estos programas deberán ser desarrollados conjuntamente entre el Ministerio de Salud, los abastecedores públicos y privados, incluidas las administraciones municipales y las juntas rurales encargadas de la gestión de los sistemas rurales.

### 7.8.2 *Programas*

Con el propósito de alcanzar el mejoramiento de la calidad de vida, el Plan considera llevar a cabo un conjunto de acciones de vigilancia y control. Independientemente de estas acciones, es necesario e imprescindible la ejecución de programas de inversión con la finalidad de mejorar e incrementar la cobertura de los servicios de agua y saneamiento, así como el control de vectores, alimentos y establecimientos públicos, entre otros.

Los programas destinados a coadyuvar la aplicación de la vigilancia en todo El País han sido ordenados del modo siguiente:

### 7.8.3 *Programas operativos*

Programa 1	Inspección sanitaria y evaluación de servicios
Programa 2	Análisis de la calidad del agua
Programa 3	Evaluación institucional.

### 7.8.4 *Programas de apoyo*

Programa 4	Desarrollo institucional
Programa 5	Bases legales
Programa 6	Desarrollo de recursos humanos
Programa 7	Educación ambiental
Programa 8	Vigilancia epidemiológica ambiental
Programa 9	Vigilancia comunitaria
Programa 10	Información.

## 7.9 *Programas operativos*

### 7.9.1 *Programa 1: Inspección sanitaria y evaluación de servicios*

El programa tiene por finalidad catalogar y determinar el riesgo que ofrecen las instalaciones de abastecimiento de agua en el área urbana y rural, e indicar a las instituciones responsables los problemas existentes para la toma de acciones correctivas tendientes a mejorar la calidad de los servicios de agua.

El programa comprende:

- a) Censo de cada uno de los centros poblados con servicio de abastecimiento de agua
- b) Evaluación de las instalaciones para catalogar y calificar su capacidad de respuesta al programa de vigilancia y control de la calidad del agua
- c) Inspección sanitaria de los sistemas de abastecimiento de agua para determinar el nivel de riesgo de las instalaciones
- d) Evaluación del nivel de riesgo a la salud
- e) Evaluación de la calidad y de los niveles de servicio.

### **7.9.2 Programa 2: Análisis de la calidad del agua**

El programa está destinado a asegurar la buena calidad de las aguas destinadas al consumo humano.

El programa comprende:

- a) Formulación y establecimiento de normas de calidad
- b) Implementación de laboratorios
- c) Establecimiento del sistema de muestreo y ejecución del programa de muestreo y análisis de agua
- d) Desarrollo del programa de control de calidad analítica.

### **7.9.3 Programa 3: Evaluación institucional**

La evaluación institucional será responsabilidad del órgano vigilador del ente regulador, según corresponda, y tendrá como objetivo el análisis de la organización y de las facilidades físicas, económicas y de recursos humanos dedicados por los abastecedores a sus programas de control de la calidad del agua para consumo humano.

El programa comprende:

- a) Organización institucional
- b) Capacidad operacional.

## **7.10 Programas de apoyo**

### **7.10.1 Programa 4: Desarrollo institucional**

El desarrollo institucional tiene por finalidad organizar el sistema de vigilancia de la calidad de servicios de agua de consumo como un elemento coordinador, supervisor y administrador de las acciones y esfuerzos dirigidos a determinar los riesgos que ofrecen los diferentes sistemas de abastecimiento de agua a fin de mejorar la calidad de los mismos.

El programa se desarrollará a través de tres proyectos:

- a) Institucionalización del sistema nacional de vigilancia
- b) Desarrollo del sistema de informática e información, notificación y control
- c) Fortalecimiento de los organismos ejecutores y coordinadores a nivel regional.

Este último proyecto deberá complementarse con las áreas siguientes:

- Administración del proyecto
- Administración financiera.

### *7.10.2 Programa 5: Bases legales*

El éxito de la consecución del Plan de Vigilancia y Control descansa en la existencia de los respectivos dispositivos legales que favorezcan la implementación del mismo. Al efecto se han identificado tres acciones:

- a) Revisión de la legislación vigente relacionada con la prestación de los servicios de abastecimiento de agua
- b) Promulgación de nuevos dispositivos legales que viabilicen la ejecución del Plan
- c) Formulación de normas complementarias.

### *7.10.3 Programa 6: Desarrollo de recursos humanos*

El desarrollo de recursos humanos tiene por finalidad formar y capacitar los recursos humanos adecuados y suficientes en las diferentes instituciones para cumplir correctamente las funciones que le competen.

Este programa comprende:

- a) Censo del personal dedicado a la vigilancia
- b) Registro de las instituciones nacionales e internacionales que proporcionan capacitación
- c) Determinación de los requerimientos de personal tanto a nivel del órgano vigilador como de los abastecedores
- d) Necesidades de capacitación para atender las necesidades futuras
- e) Formulación y validación de los módulos de capacitación
- f) Formulación del plan nacional e institucional de capacitación.

### *7.10.4 Programa 7: Educación ambiental*

El programa está destinado a que la población tome conciencia sobre lo que significa para la salud el consumo de agua de buena calidad, la disposición higiénica de excretas y los hábitos y costumbres sanitarias. Esto conlleva a la realización de acciones de comunicación individual, grupal y masiva para el logro de los objetivos. Asimismo, se debe fomentar el buen uso del agua y la protección de las fuentes, todo lo cual es posible de lograrlo mediante la realización de programas de educación sanitaria.

El programa comprende acciones por medio de:

- a) Educación escolarizada
- b) Comunicación masiva por radio y televisión
- c) Capacitación a través de centros y puestos de salud.

#### *7.10.5 Programa 8: Vigilancia epidemiológica ambiental*

La vigilancia epidemiológica ambiental está destinada a identificar las enfermedades vinculadas con la calidad del agua o la calidad de los servicios. De esta manera se podrá determinar el impacto de la calidad del agua y de los factores que influyen en la salud, los mismos que podrán ser empleados para identificar las medidas correctivas necesarias tanto en los procedimientos operativos, constructivos y de mantenimiento de las diferentes partes que conforman el sistema de abastecimiento de agua, así como el impacto de los materiales constructivos y de productos químicos empleados en las obras de abastecimiento y en el tratamiento del agua. Finalmente, también ayudará a priorizar los criterios de inversión en los sectores responsables según el impacto anticipado en la salud pública. Las acciones identificadas son:

- a) Revisión y ampliación del listado de enfermedades de notificación obligatoria para evaluar el impacto de la calidad del agua y del servicio de abastecimiento de agua en la salud de los consumidores.
- b) Desarrollo de un sistema de evaluación de la información epidemiológica.

#### *7.10.6 Programa 9: Vigilancia comunitaria*

El programa está dirigido a organizar y conseguir la participación conveniente y activa de los pobladores de las zonas urbanas, urbano-marginales y rurales a través de los comités de vigilancia.

En el medio urbano, los comités se encargarán de exigir a los abastecedores el suministro de agua segura y la calidad establecida en las normas o por la autoridad sanitaria. En el medio urbano-marginal y rural se encargarán de exigir el cumplimiento de las observaciones formuladas por la autoridad sanitaria para el mejoramiento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua.

El programa comprende:

- a) Identificación de las jerarquías de las autoridades existentes en las distintas regiones de El País.
- b) Diseño del sistema de participación de los comités de vigilancia.
- c) Capacitación de los miembros de los comités de vigilancia.

#### *7.10.7 Programa 10: Información*

En general, los datos por sí solos tienen muy poco valor, por lo que deben ser validados, almacenados en una base de datos y evaluados para producir información útil a las partes interesadas en la preservación y conservación de la salud humana, bien sea a través del mejoramiento de la calidad de los servicios, la rehabilitación de los sistemas o la ampliación de la cobertura del abastecimiento de agua.

Adicionalmente, la información conjuntamente con los resultados de la vigilancia epidemiológica ambiental debe servir para determinar el nivel de riesgo en que se encuentran expuestos los usuarios del servicio de abastecimiento de agua y para actualizar las normas, reglamentos u otros tipos de instrumentos normativos o legales vinculados con el abastecimiento de agua.

### ***7.11 Alternativas para la implementación de la vigilancia a nivel nacional***

En el planteamiento de las alternativas se está partiendo de las premisas siguientes:

- A partir de las normas de calidad del agua, se han establecido las determinaciones que deben efectuarse, así como la frecuencia de muestreo.
- En la definición de los niveles de intervención para el planteamiento de alternativas han intervenido la autoridad sanitaria, el ente regulador y los abastecedores y, por consenso, se han establecido diferentes niveles de cumplimiento. La definición de los futuros niveles de intervención ha tenido en cuenta la situación actual.
- Las determinaciones y frecuencias del muestreo han sido divididas según el tamaño de los centros poblados y las principales partes del sistema de abastecimiento de agua.
- Durante la etapa inicial se dará énfasis a la inspección sanitaria y progresivamente se incrementará la evaluación de la calidad bacteriológica del agua, el control del cloro residual y de los parámetros fisicoquímicos básicos.

En el cuadro 20 se presenta el nivel de los programas para el control de calidad del agua en el año 2000 y los diferentes niveles de metas establecidas para el año 2010, lo que da origen a seis alternativas de intervención. Estas metas han sido definidas teniendo en cuenta las máximas exigencias indicadas en la norma de calidad de agua de El País.



**Cuadro 20. Situación de los programas de control de la calidad del agua y alternativas para futuras intervenciones (expresado en porcentaje de cumplimiento de las normas de calidad del agua)**

Tamaño de la población	Situación en el año 2000	Alternativas en el año 2010					
		1	2	3	4	5	6
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	2	10	20	35	40	50	100
<b>Pueblos</b> 2.500 – 10.000 hab.	5	20	40	50	60	70	100
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	10	35	60	70	75	85	100
<b>Ciudades medianas</b> 50.000 – 200.000 hab.	25	55	80	90	95	95	100
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 hab.	50	75	90	95	100	100	100

En las ciudades medianas con poblaciones entre 50.000 a 200.000 habitantes, así como en las grandes ciudades con poblaciones mayores de 200.000 habitantes, las entidades prestadoras de servicio asumirán el costo total que demande el control de la calidad del agua para consumo humano.

### CAPÍTULO III

#### 8. Inversión y costos de ejecución de la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano y de los servicios de abastecimiento de agua

##### 8.1 Criterios para determinar los costos básicos

Los siguientes criterios han sido tenidos en cuenta para determinar el costo que demandaría la implementación del Programa de Vigilancia y Control de la Calidad el Agua y de los Servicios de Abastecimiento de Agua.

##### *Muestreo e inspección sanitaria*

El costo que demanda la toma de muestras y las inspecciones sanitarias según el tamaño poblacional se muestran en el cuadro 21. Para las poblaciones rurales se han considerado los viáticos del muestreador y el chofer, los costos de combustible y de mantenimiento de las unidades de transporte. Para el medio urbano se considera solamente el costo por combustible y de mantenimiento.

**Cuadro 21. Costo por toma de muestra  
(expresado en US\$)**

Tamaño de la población	Costo
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	15,00
<b>Pueblos</b> 2500 – 10.000 hab.	7,50
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	3,50
<b>Ciudades medianas</b> 50.000 – 200.000 hab.	2,00
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 hab.	1,50

##### *Frecuencia de las inspecciones sanitarias*

La frecuencia para la ejecución de las inspecciones sanitarias ha sido definida en función del tamaño de la población, como se indica en el cuadro 19 y el rendimiento de las personas está expresado en el cuadro 22.

**Cuadro 22. Número de inspecciones sanitarias por día y por hombre**

Tamaño de la población	Número (días/hombre)
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	1
<b>Pueblos</b> 2500 – 10.000 hab.	2
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	4
<b>Ciudades medianas</b> 50.000 – 200.000 hab.	7
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 hab.	14

*Análisis*

En el cuadro 23 se resume el costo por nivel del laboratorio que demanda la realización de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos considerados en el programa de vigilancia y control. Los detalles se presentan en el cuadro 24 en donde se indican los tipos y el costo de cada una de las determinaciones a ser aplicadas en el programa de vigilancia y control, agrupadas por nivel del laboratorio. A su vez, en el cuadro 25 se muestra el costo por año que demandaría la realización de las determinaciones en función de las principales partes del sistema de abastecimiento de agua (salida de la planta de tratamiento, reservorios de almacenamiento y red de distribución) y por tamaño de la población. En el cuadro 26 se presentan los detalles de los costos globales en los que se ha tenido en cuenta el número de muestras por año como se indica en el cuadro 15.

**Cuadro 23. Costo de las determinaciones por nivel de laboratorio**

Nivel del laboratorio	US\$
Nivel básico – Laboratorio local	3,60
Nivel intermedio Laboratorio Regional - Nivel medio Factores que afectan la calidad organoléptica	15,00
Nivel intermedio Laboratorio Regional - Nivel alto Compuestos inorgánicos que influyen en la salud	80,50
Laboratorio de referencia Compuestos orgánicos que influyen en la salud	225,00

**Cuadro 24. Determinaciones y costo por análisis fisicoquímico y bacteriológico**

Nivel del laboratorio	Determinaciones	Costo US\$
<b>Laboratorio local Básico</b>	Turbiedad	0,50
	Valor de pH	0,50
	Cloro residual	0,10
	Coliformes termotolerantes	2,50
<b>Laboratorio regional de nivel medio Factores que afectan la calidad organoléptica</b>	Color	1,00
	Dureza	1,50
	Cloruros	1,50
	Sulfato	2,00
	Sólidos disueltos	2,00
	Hierro	3,50
	Manganeso	3,50
<b>Laboratorio regional de nivel alto Compuestos inorgánicos que influyen en la salud</b>	Arsénico	5,00
	Cadmio	5,00
	Cianuro	10,00
	Cromo	3,50
	Mercurio	10,00
	Plomo	5,00
	Selenio	10,00
	Aluminio	7,00
	Cobre	5,00
	Cinc	5,00
	Sodio	5,00
	Nitrato	5,00
	Fluoruro	5,00

**Cuadro 24. Determinaciones y costo por análisis fisicoquímico y bacteriológico (Continuación)**

Nivel del laboratorio	Determinaciones	Costo US\$
<b>Laboratorio de referencia Compuestos orgánicos que influyen en la salud</b>	Alcanos clorados	25,00
	Etenos clorados	25,00
	Hidrocarburos aromáticos	25,00
	Compuestos polinucleares	25,00
	Clorobencenos	25,00
	Pesticidas	25,00
	Fenoles y clorofenoles	25,00
	Trihalometanos	25,00
	Benceno y alquil bencenos inferiores	25,00

NOTA Queda entendido que los laboratorios mejor equipados, además de las determinaciones indicadas, ejecutan las determinaciones analíticas de los laboratorios de menor nivel

**Cuadro 25. Costo de las determinaciones por tamaño de localidad y por año (expresado en US\$)**

Tamaño de la población	Planta de tratamiento de agua	Reservorio	Red de distribución
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	0,00	54,35	14,40
<b>Pueblos</b> 2.500 – 10.000 hab.	80,50	53,60	37,20
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	287,70	212,50	82,20
<b>Ciudades medianas</b> 50.000 – 200.000 hab.	1522,50	304,50	111,20
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 – hab.	3.055,50	822,00	213,50

**Cuadro 26. Costo de análisis por año y por nivel de localidad  
(expresado en US\$)**

Determinaciones	Costos unitarios	Ciudades grandes			Ciudades medianas			Ciudades pequeñas			Pueblos			Rural	
		Plantas	Reser.	Distri.	Plantas	Reser.	Distri.	Plantas	Reser.	Distri.	Plantas	Reser.	Distri.	Reser.	Distri.
<b>Nivel básico</b>															
Turbiedad	0,50	182,50	182,50	26,00	90,00	24,00	13,00	6,00	6,00	6,00		3,00	3,00	0,50	2,00
Valor de pH	0,50	182,50	182,50	26,00	90,00	24,00	13,00	6,00	6,00	6,00		3,00	3,00	0,50	2,00
Cloro residual	0,10	146,00	36,50	36,50	18,00	36,50	5,20	5,20	10,50	5,20		2,60	1,20	0,60	0,40
Coli termotolerante	2,50	912,50	130,00	65,00	450,00	130,00	65,00	130,00	130,00	65,00		15,00	30,00	5,00	10,00
<b>Factores que afectan la calidad organoléptica</b>															
Color	1,00	52,00	12,00	4,00	24,00	6,00	1,00	4,00	4,00			2,00		0,50	
Dureza	1,50	78,00	18,00	6,00	36,00	9,00	1,50	6,00	6,00			3,00		0,75	
Cloruros	1,50	78,00	18,00	6,00	36,00	9,00	1,50	6,00	6,00			3,00		0,75	
Sulfato	2,00	104,00	24,00	8,00	48,00	12,00	2,00	8,00	8,00			4,00		1,00	
Sólidos disueltos	2,00	104,00	24,00	8,00	48,00	12,00	2,00	8,00	8,00			4,00		1,00	
Hierro	3,50	182,00	42,00	14,00	84,00	21,00	3,50	14,00	14,00			7,00		1,75	
Manganeso	3,50	182,00	42,00	14,00	84,00	21,00	3,50	14,00	14,00			7,00		1,75	
<b>Compuestos inorgánicos que influyen en la salud</b>															
Arsénico	5,00	20,00	5,00		20,00			5,00			5,00			2,50	
Cadmio	5,00	20,00	5,00		20,00			5,00			5,00			2,50	
Cianuro	10,00	40,00	10,00		40,00			10,00			10,00			5,00	
Cromo	3,50	14,00	3,50		14,00			3,50			3,50			1,75	
Mercurio	10,00	40,00	10,00		40,00			10,00			10,00			5,00	
Plomo	5,00	20,00	5,00		20,00			5,00			5,00			2,50	
Selenio	10,00	40,00	10,00		40,00			10,00			10,00			5,00	
Aluminio	7,00	28,00	7,00		28,00			7,00			7,00			3,50	
Cobre	5,00	20,00	5,00		20,00			5,00			5,00			2,50	
Cinc	5,00	20,00	5,00		20,00			5,00			5,00			2,50	
Sodio	5,00	20,00	5,00		20,00			5,00			5,00			2,50	
Nitrato	5,00	60,00	20,00		60,00			5,00			5,00			2,50	
Fluoruro	5,00	60,00	20,00		60,00			5,00			5,00			2,50	

**Cuadro 26. Costo de análisis por año y por nivel de localidad  
(Continuación)**

Determinaciones	Costos unitarios	Ciudades grandes			Ciudades medianas			Ciudades pequeñas			Pueblos			Rural	
		Plantas	Reser.	Distri.	Plantas	Reser.	Distri.	Plantas	Reser.	Distri.	Plantas	Reser.	Distri.	Reser.	Distri.
<b>Compuestos orgánicos que influyen en la salud</b>															
Alcanos clorados	25,00	50,00			12,50										
Etenos clorados	25,00	50,00			12,50										
Hidrocar aromáticos	25,00	50,00			12,50										
Compuestos polinucleares	25,00	50,00			12,50										
Clorobencenos	25,00	50,00			12,50										
Pesticidas	25,00	50,00			12,50										
Fenoles y clorofenoles	25,00	50,00			12,50										
Trihalometanos	25,00	50,00			12,50										
Benceno y alquil bencenos inferiores	25,00	50,00			12,50										
<b>Total</b>		<b>3055,50</b>	<b>822,00</b>	<b>213,50</b>	<b>1522,50</b>	<b>304,50</b>	<b>111,20</b>	<b>287,70</b>	<b>212,50</b>	<b>82,20</b>	<b>80,50</b>	<b>53,60</b>	<b>37,20</b>	<b>54,35</b>	<b>14,40</b>

*Equipos de laboratorio*

En el cuadro 27 se resume el costo aproximado de equipos e instrumentos que demandaría el montaje de diferentes niveles de laboratorios y en el cuadro 29 se presenta el detalle de los costos.

**Cuadro 27. Costo de equipamiento de laboratorios**

<b>Nivel del laboratorio</b>	<b>US\$</b>
Nivel básico – Laboratorio local	3.800
Nivel intermedio Laboratorio Regional – Nivel medio Factores que afectan la calidad organoléptica	39.000
Nivel intermedio Laboratorio Regional – Nivel alto Compuestos inorgánicos que influyen en la salud	70.500
Laboratorio de referencia Compuestos orgánicos que influyen en la salud	323.000

*Sueldos y salarios por mes:*

El costo por mano de obra considerado para las labores de muestreo y procesamiento de datos se indican en el cuadro 28.

**Cuadro 28. Costo de personal  
(expresado en US\$)**

<b>Personal</b>	<b>Sueldo por mes</b>
Profesional	1.200
Inspector	300
Chofer	200
Secretaria	150



**Cuadro 29. Costo de equipamiento de laboratorios por nivel de intervención**

Nivel de laboratorio	Equipos e instrumentos básicos	Costo unitario US\$	Costo total US\$
<b>Laboratorio local básico</b>	Incubadora portátil	3.600	3.800
	Comparador de cloro	50	
	Turbidímetro básico	150	
<b>Laboratorio regional de nivel medio</b> <b>Factores que afectan la calidad organoléptica</b>	Destilador	3.000	39.000
	Turbidímetro nefelométrico	2.500	
	Espectrofotómetro	5.000	
	Balanza analítica	8.000	
	Incubadora	4.500	
	Estufa	2.500	
	Cristalería	3.000	
	Reactivos	2.500	
	Muebles	5.000	
	Otros	3.000	
<b>Laboratorio regional de nivel alto</b> <b>Compuestos inorgánicos que influyen en la salud</b>	Plancha de evaporación	2.500	* 70.500
	Campana de humos	10.000	31.500
	Cristalería	3.000	
	Medidor de iones	5.000	
	Reactivos	3.000	
	Muebles	5.000	
	Otros	3.000	
<b>Laboratorio de referencia</b> <b>Compuestos orgánicos que influyen en la salud</b>	Espectrofotómetro UV/VIS	30.000	323.000
	Espectrofotómetro de absorción atómica	80.000	
	Cromatógrafo de gases	100.000	
	Balanza analítica	8.000	
	Destilador	3.000	
	Turbidímetro nefelométrico	2.500	
	Estufa	5.000	
	Incubadoras	10.000	
	Plancha de evaporación	2.500	
	Campana de humos	10.000	
	Medidor de iones	5.000	
	Reactivos	30.000	
	Cristalería	10.000	
	Equipos varios	10.000	
	Muebles	10.000	
Otros	7.000		

\* Incluye el costo del laboratorio regional de nivel medio que realiza las determinaciones que afecta la calidad organoléptica.

*Transporte*

El costo de cada uno de los vehículos para apoyar las labores de vigilancia se indican en el cuadro 30.

**Cuadro 30. Costo de vehículos  
(expresado en US\$)**

Personal	Sueldo por mes
Vehículo doble tracción	32.000
Camioneta pick up	18.000
Moto	2.000

## 8.2 *Costo del programa*

En la determinación de los costos se han tenido en cuenta los factores siguientes:

- a) Crecimiento poblacional según el Instituto de Censos (cuadro 2).
- b) Número de centros poblados en 2000 y proyectados para el año 2010 (cuadro 3).
- c) Población a ser servida en los próximos 10 años (cuadro 31).
- d) Cobertura proyectada en abastecimiento de agua (cuadro 31).
- e) Proyección del número de comunidades a ser atendidas con servicios de agua 2000-2010 (cuadro 32).
- f) Número de localidades, componentes por localidad y total de componentes (cuadro 33).
- g) Número de muestras fisicoquímicas y bacteriológicas por año y por tamaño de centro poblado (cuadro 34).
- h) Número de determinaciones fisicoquímicas y bacteriológicas a ser analizadas por año y por tamaño de centro poblado (cuadro 15).
- i) Número de inspecciones sanitarias a realizarse por año y por tamaño de centro poblado (cuadro 35).
- j) Personal requerido para la realización del muestreo e inspecciones sanitarias y por tamaño de centro poblado.
- k) Equipamiento de laboratorios (cuadro 27).
- l) Requerimiento de transporte y equipos portátiles de laboratorio.
- m) Estimado global de los programas de apoyo.

De otra parte, para el programa de control se han considerado diferentes niveles de participación para los organismos responsables. En el caso de las poblaciones rurales, es el Ministerio de Salud o el organismo pertinente, quien se encarga de esta labor, mientras que para las grandes y medianas ciudades son las entidades prestadoras de los servicios de saneamiento. En el cuadro 36 se indica los porcentajes de participación de cada una de las instituciones participantes en las actividades de control de la calidad del agua para consumo humano.

**Cuadro 31. Proyección de la población que será beneficiada con servicios de abastecimiento de agua (expresado en miles)**

Año	Población proyectada			Cobertura proyectada (%)			Población a servir		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
2001	26.319	18.405	7.908	51,9	63,1	25,9	13.672	11.619	2.047
2002	26.952	18.929	8.013	54,5	65,7	28,1	14.690	12.428	2.250
2003	27.601	19.469	8.119	57,2	68,3	30,5	15.785	13.294	2.474
2004	28.265	20.023	8.226	60,0	71,0	33,1	16.960	14.220	2.720
2005	28.945	20.594	8.335	63,0	73,9	35,9	18.223	15.211	2.990
2006	29.642	21.181	8.445	66,1	76,8	38,9	19.581	16.270	3.287
2007	30.355	21.784	8.556	69,3	79,9	42,2	21.039	17.403	3.613
2008	31.086	22.405	8.669	72,7	83,1	45,8	22.607	18.616	3.972
2009	31.834	23.043	8.784	76,3	86,4	49,7	24.291	19.912	4.366
2010	32.600	23.700	8.900	80,1	89,9	53,9	26.100	21.300	4.800

**Cuadro 32. Proyección de centros poblados con servicios de abastecimiento de agua**

Centros poblados	Año						
	2000	2001	2002	2004	2006	2008	2010
100 - 199	463	518	579	725	909	1.138	1.425
200 - 499	798	917	1.053	1.391	1.836	2.424	3.200
500 - 999	782	829	879	987	1.109	1.246	1.400
1.000 - 2.499	415	426	438	461	486	512	540
2.500 - 4.999	251	252	253	255	257	259	261
5.000 - 9.999	93	98	102	113	124	136	150
10.000 - 19.999	42	46	50	59	69	82	97
20.000 - 49.999	45	47	49	54	59	65	71
50.000 - 99.999	27	28	30	33	37	41	45
100.000 - 199.999	16	17	17	19	21	23	25
200.000 - 499.000	10	10	11	12	13	15	16
mas de 500.000	6	6	7	7	8	9	10
<b>Total</b>	<b>2.948</b>	<b>3.194</b>	<b>3.468</b>	<b>4.116</b>	<b>4.928</b>	<b>5.949</b>	<b>7.240</b>

**Cuadro 33. Número de localidades, componentes por localidades y total de componentes  
Año 2001**

Tamaño de la población	Número de localidades	Componentes por sistema			Total de componentes		
		PTA	RES	RED	PTA	RES	RED
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	<b>2.690</b>	1	1	1	2.690	2.690	2.690
<b>Pueblos</b> 2.500 – 10.000 hab.	<b>350</b>	1	1	1	350	350	350
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	<b>93</b>	2	2	3	186	186	278
<b>Ciudades medianas</b> 50.000 – 200.000 hab.	<b>45</b>	5	15	15	226	677	677
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 – hab.	<b>17</b>	10	50	50	168	840	840
<b>Total</b>	<b>3.194</b>				<b>3.619</b>	<b>4.742</b>	<b>4.835</b>

**Situación para el año 2010**

Tamaño de la población	Número de localidades	Componentes por sistema			Total de componentes		
		PTA	RES	RED	PTA	RES	RED
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	<b>6.565</b>	1	1	1	6.565	6.565	6.565
<b>Pueblos</b> 2.500 – 10.000 hab.	<b>411</b>	1	1	1	411	411	411
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	<b>168</b>	2	2	3	336	336	504
<b>Ciudades medianas</b> 50.000 – 200.000 hab.	<b>70</b>	5	15	15	350	1.050	1.050
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 – hab.	<b>26</b>	10	50	50	260	1.300	1.300
<b>Total</b>	<b>7.240</b>				<b>7.922</b>	<b>9.662</b>	<b>9.830</b>

**Cuadro 34. Número de muestras que serán obtenidas para el control de la calidad del agua, año 2001**

Tamaño de la población	Número de localidades	Componentes por sistema			Total de componentes			Número de muestras por componentes			Total de muestras			Total
		PTA	RES	RED	PTA	RES	RED	PTA*	RES	RED	PTA	RES	RED	
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	2.690	1	1	1	2.690	2.690	2.690	0	4	0	0	10.760	0	10.760
<b>Pueblos</b> 2500 – 10.000 hab.	350	1	1	1	350	350	350	0	12	0	0	4.194	0	4.194
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	93	2	2	3	186	186	278	0	52	26	0	9.648	7.236	16.884
<b>Ciudades medianas</b> 50.000 – 200.000 hab.	45	5	15	15	226	677	677	0	52	26	0	35.213	17.607	52.820
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 – hab.	17	10	50	50	168	840	840	0	52	26	0	43.669	21.834	65.503
<b>Total</b>	<b>3.194</b>				<b>3.619</b>	<b>4.742</b>	<b>4.835</b>				<b>0</b>	<b>103.484</b>	<b>46.677</b>	<b>150.161</b>

**Situación para el año 2010**

Tamaño de la población	Número de localidades	Componentes por sistema			Total de componentes			Número de muestras por componentes			Total de muestras			Total
		PTA	RES	RED	PTA	RES	RED	PTA*	RES	RED	PTA	RES	RED	
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	6.565	1	1	1	6.565	6.565	6.565	0	4	0	0	26.260	0	26.260
<b>Pueblos</b> 2500 – 10.000 hab.	411	1	1	1	411	411	411	0	12	0	0	4.932	0	4.932
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	168	2	2	3	336	336	504	0	52	26	0	17.472	13.104	30.576
<b>Ciudades medianas</b> 50.000 – 200.000 hab.	70	5	15	15	350	1.050	1.050	0	52	26	0	54.600	27.300	81.900
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 – hab.	26	10	50	50	260	1.300	1.300	0	52	26	0	67.600	33.800	101.400
<b>Total</b>	<b>7.240</b>				<b>7.922</b>	<b>9.662</b>	<b>9.830</b>				<b>0</b>	<b>170.864</b>	<b>74.204</b>	<b>245.068</b>

\* Las muestras en las plantas son tomadas por los operadores, por lo tanto no representan costo alguno para el programa de control

**Cuadro 35. Número de inspecciones sanitarias, año 2001**

Tamaño de la población	Número de localidades	Componentes por sistema		Total de Componentes			Frec. veces/año	Total de inspec.
		PTA	RES	PTA	RES	TOT		
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	<b>2.690</b>	1	1	2.690	2.690	5.380	1	5.380
<b>Pueblos</b> 2500 – 10.000 hab.	<b>350</b>	1	1	350	350	699	2	1.398
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	<b>93</b>	2	2	186	186	371	2	742
<b>Ciudades medianas</b> 50.000 – 200.000 hab.	<b>45</b>	5	15	226	677	903	4	3.612
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 – hab.	<b>17</b>	10	50	168	840	1.008	4	4.031
<b>Total</b>	<b>3.194</b>			<b>3.619</b>	<b>4.742</b>	<b>8.361</b>		<b>15.163</b>

**Situación para el año 2010**

Tamaño de la población	Número de localidades	Componentes por sistema		Total de componentes			Frec. veces/año	Total de inspec.
		PTA	RES	PTA	RES	TOT		
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	<b>6.565</b>	1	1	6.565	6.565	13.130	1	13.130
<b>Pueblos</b> 2500 – 10.000 hab.	<b>411</b>	1	1	411	411	822	2	1.644
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	<b>168</b>	2	2	336	336	672	2	1.344
<b>Ciudades medianas</b> 50.000 – 200.000 hab.	<b>70</b>	5	15	350	1.050	1.400	4	5.600
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 – hab.	<b>26</b>	10	50	260	1.300	1.560	4	6.240
<b>Total</b>	<b>7.240</b>			<b>7.922</b>	<b>9.662</b>	<b>17.584</b>		<b>27.958</b>

**Cuadro 36. Porcentaje de participación de las instituciones en las actividades de control de la calidad del agua para consumo humano**

Tamaño de la población	MINSA	Abastecedor
<b>Zona rural</b> 100 – 2.500 hab.	100	0
<b>Pueblos</b> 2500 – 10.000 hab.	50	50
<b>Ciudades pequeñas</b> 10.000 – 50.000 hab.	10	90
<b>Ciudades medianas</b> 50.000 – 200.000 hab.	0	100
<b>Ciudades mayores</b> Mayor de 200.000 – hab.	0	100

Asimismo, en la definición de la participación del organismo de vigilancia, se han establecido niveles de participación en cada una de las líneas de acción, tal como se muestra en el cuadro 37. A este respecto, para el programa de vigilancia no se ha considerado la inversión en el laboratorio porque el Ministerio de Salud ampliará la capacidad del laboratorio de referencia y de los laboratorios regionales, los mismos que deberán apoyar en forma independiente tanto las labores de control como de vigilancia de la calidad del agua.

**Cuadro 37. Porcentaje de participación del órgano de vigilancia por línea de acción**

Líneas de acción	Medio rural	Medio urbano
Análisis	3	10
Inspección sanitaria	3	10
Muestreo	3	10
Laboratorio	0	15
Transporte	10	10

La inversión para atender cada una de las alternativas identificadas anteriormente en el lapso comprendido entre el año 2001 al 2010 se resume en el cuadro 38 y fluctúa entre 26,6 a 49,2 millones de dólares. En los cuadros 39 y 40 se presenta la inversión que debiera ejecutar cada uno de los responsables por tipo de alternativa, nótese que entre 21,7% y 30,6% de lo presupuestado debiera ser asumido por el organismo encargado del medio rural y pequeñas localidades; 70,9% a 62,0% por las entidades prestadoras de los servicios de saneamiento y aproximadamente 7,6% por el organismo de vigilancia propiamente dicho.

Si solamente se decidiera realizar la vigilancia en las grandes y medianas ciudades, es decir, aquellas localidades a cargo de las entidades prestadoras del servicio de saneamiento, el presupuesto disminuiría en 24% y le correspondería en promedio a los abastecedores 91,3% de la inversión y 8,7% al organismo de vigilancia (véase cuadro 41). En los cuadros 42 al 44 se presenta un detalle de las inversiones por los conceptos de análisis, inspecciones sanitarias, toma de muestras y en los cuadros 45 y 46 las inversiones para efectuar el control y la vigilancia de la calidad del agua.

**Cuadro 38. Costo total del Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua  
(2001 – 2010)  
(expresado en US\$)**

Partidas	Alternativas					
	1	2	3	4	5	6
Análisis	16.494.909	19.484.058	20.745.238	21.559.789	21.850.773	23.131.701
Inspección sanitaria	188.138	281.947	384.172	420.823	483.100	765.184
Muestreo	1.613.002	2.129.118	2.475.760	2.625.937	2.811.363	3.573.407
Laboratorios	3.409.965	4.414.917	5.449.381	6.518.601	7.628.758	9.163.350
Transporte	2.683.230	3.476.744	4.342.872	5.294.520	6.346.892	8.443.600
Subtotal	24.389.243	29.786.784	33.397.421	36.419.671	39.120.885	45.077.242
Apoyo 10%	2.241.068	2.732.741	3.063.092	3.337.853	3.585.009	4140.854
<b>Total</b>	<b>26.630.311</b>	<b>32.519.525</b>	<b>36.460.513</b>	<b>39.757.523</b>	<b>42.705.894</b>	<b>49.218.096</b>
<b>Millones</b>	26,63	32,52	36,46	39,76	42,71	49,22





**Cuadro 41. Resumen de inversión para implementar el Programa de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2001 – 2010 – Medio urbano (expresado en US\$)**

Línea de intervención	Alternativas					
	1	2	3	4	5	6
Control de calidad	18.867.345	23.201.533	25.508.443	27.497.654	28.828.608	30.504.155
Vigilancia	1.751.688	2.182.180	2.428.374	2.645.687	2.803.158	2.991.955
<b>Total</b>	20.619.033	25.383.714	27.936.817	30.143.340	31.631.766	33.496.110
Millones	20,62	25,38	27,94	30,14	31,63	33,50
Porcentaje de inversión						
Control de calidad	91,0	91,40	91,31	91,22	91,14	91,07
Vigilancia	8,50	8,60	8,69	8,78	8,86	8,93

### 8.3 Alternativa recomendada

En función del monto de inversión, de la situación económica de El País y de los niveles de salud, se recomienda poner en marcha la alternativa 4 que considera 100% de intervención en las grandes ciudades, 95% en las ciudades medianas, 75% en las pequeñas, 60% para los pueblos y 40% para el medio rural, con una inversión de 39,8 millones dólares, de los cuales los abastecedores urbanos asumirían 69,2% de la inversión, el encargado del control a nivel rural 23,26% y el órgano de vigilancia 7,7%, a este último le corresponde una inversión de 3,0 millones de dólares, es decir, de US\$ 300.000 por año.

Para lograr la confiabilidad de las actividades de control, la autoridad sanitaria debe auditar, a través de una institución externa, los trabajos que realicen las entidades prestadoras de servicio y además debe exigir que los laboratorios de los abastecedores implementen programas de control de calidad analítica e inicien la certificación de los mismos.

Esta modalidad de trabajo conllevará a aunar esfuerzos entre el organismo de vigilancia y las entidades prestadoras de servicios, lo que se traduciría en una economía a El País al evitarse la duplicación de esfuerzos entre la vigilancia y el control de calidad de agua para consumo humano.

## 9. Origen y aplicación de los recursos financieros

Para el caso de la vigilancia del total de los servicios de agua y el control de los pequeños abastecedores de agua a cargo del Ministerio de Salud y que asciende para los 10 años a 12,3 millones de dólares, se han considerado las fuentes y el uso de los fondos sugeridos.

**Cuadro 42. Costo de análisis por año y según alternativas  
(expresado en US\$)****MINSA**

<b>Año</b>	<b>Alternativa</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
2001	8.320	9.833	11.789	12.314	13.666	19.681
2002	11.139	14.664	19.201	20.472	23.605	37.632
2003	14.460	20.613	28.500	30.803	36.248	60.782
2004	18.359	27.892	40.077	43.776	52.186	90.328
2005	22.919	36.752	54.394	59.953	72.129	127.718
2006	28.237	47.483	72.001	80.003	96.927	174.698
2007	34.423	60.430	93.547	104.725	127.593	233.372
2008	41.600	75.993	119.802	135.070	165.339	306.269
2009	49.908	94.640	151.674	172.170	211.609	396.429
2010	59.507	116.919	190.236	217.371	268.121	507.496
<b>Subtotal</b>	<b>288.873</b>	<b>505.220</b>	<b>781.221</b>	<b>876.656</b>	<b>1.067.423</b>	<b>1.954.404</b>
Millones	0,29	0,51	0,78	0,88	1,07	1,95

**Abastecedor**

<b>Año</b>	<b>Alternativa</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
2001	904.282	926.829	933.989	939.015	939.665	942.162
2002	998.757	1.049.184	1.065.458	1.076.954	1.078.445	1.084.184
2003	1.103.103	1.187.691	1.215.432	1.235.157	1.237.722	1.247.616
2004	1.218.351	1.344.483	1.386.516	1.416.599	1.420.523	1.435.683
2005	1.345.639	1.521.974	1.581.682	1.624.694	1.630.322	1.652.100
2006	1.486.226	1.722.896	1.804.320	1.863.358	1.871.107	1.901.140
2007	1.641.500	1.950.342	2.058.296	2.137.082	2.147.453	2.187.720
2008	1.812.997	2.207.815	2.348.021	2.451.015	2.464.613	2.517.500
2009	2.002.411	2.499.278	2.678.529	2.811.064	2.828.616	2.896.992
2010	2.211.615	2.829.219	3.055.559	3.224.003	3.246.378	3.333.689
<b>Subtotal</b>	<b>14.724.882</b>	<b>17.239.710</b>	<b>18.127.801</b>	<b>18.778.940</b>	<b>18.864.843</b>	<b>19.198.787</b>
Millones	14,72	17,24	18,13	18,78	18,86	19,20

<b>Total</b>	<b>15.013.755</b>	<b>17.744.930</b>	<b>18.909.021</b>	<b>19.655.596</b>	<b>19.932.266</b>	<b>21.153.190</b>
Millones	15,01	17,74	18,91	19,66	19,93	21,15

**Cuadro 43. Costo de inspecciones sanitarias por año y según alternativas  
(expresado en US\$)****MINSA**

<b>Año</b>	<b>Alternativa</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
2001	2.377	2.620	2.885	2.944	3.067	3.498
2002	3.152	3.779	4.477	4.643	4.983	6.214
2003	4.118	5.323	6.701	7.049	7.750	10.380
2004	5.315	7.368	9.782	10.427	11.705	16.692
2005	6.796	10.062	14.020	15.133	17.316	26.165
2006	8.621	13.596	19.816	21.651	25.224	40.278
2007	10.864	18.213	27.706	30.635	36.312	61.183
2008	13.615	24.224	38.405	42.966	51.792	92.004
2009	16.981	32.030	52.863	59.832	73.326	137.279
2010	21.093	42.138	72.344	82.832	103.190	203.585
<b>Subtotal</b>	<b>92.932</b>	<b>159.353</b>	<b>248.999</b>	<b>278.113</b>	<b>334.667</b>	<b>597.277</b>
Millones	0,093	0,159	0,249	0,278	0,335	0,597

**Abastecedor**

<b>Año</b>	<b>Alternativa</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
2001	4.638	4.812	4.870	4.906	4.927	4.984
2002	5.225	5.624	5.759	5.846	5.896	6.034
2003	5.886	6.573	6.812	6.965	7.056	7.305
2004	6.631	7.683	8.057	8.300	8.443	8.843
2005	7.470	8.979	9.529	9.889	10.104	10.706
2006	8.416	10.494	11.270	11.784	12.091	12.961
2007	9.481	12.265	13.330	14.041	14.469	15.690
2008	10.681	14.335	15.766	16.731	17.314	18.995
2009	12.032	16.755	18.647	19.935	20.719	22.996
2010	13.555	19.582	22.054	23.754	24.794	27.839
<b>Subtotal</b>	<b>84.016</b>	<b>107.103</b>	<b>116.093</b>	<b>122.151</b>	<b>125.812</b>	<b>136.353</b>
Millones	0,084	0,107	0,116	0,122	0,126	0,136

<b>Subtotal</b>	<b>176.948</b>	<b>266.456</b>	<b>36.5092</b>	<b>400.264</b>	<b>460.479</b>	<b>733.631</b>
Millones	0,177	0,266	0,365	0,400	0,460	0,734

**Cuadro 44. Costo de muestreo por año y según alternativas  
(expresado en US\$)****MINSA**

<b>Año</b>	<b>Alternativa</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
2001	5.875	6.649	7.642	7.887	8.453	10.741
2002	7.823	9.730	12.172	12.807	14.227	20.077
2003	10.188	13.699	18.198	19.427	22.096	33.306
2004	13.047	18.774	26.137	28.241	32.697	51.778
2005	16.490	25.224	36.513	39.878	46.845	77.276
2006	20.622	33.380	49.981	55.130	65.583	112.145
2007	25.566	43.644	67.364	75.001	90.238	159.464
2008	31.467	56.512	89.688	100.754	122.499	223.272
2009	38.491	72.585	118.236	133.981	164.510	308.850
2010	46.835	92.599	154.604	176.683	218.993	423.097
<b>Subtotal</b>	<b>216.402</b>	<b>372.796</b>	<b>580.534</b>	<b>649.789</b>	<b>786.141</b>	<b>1.420.006</b>
Millones	0,22	0,37	0,58	0,65	0,79	1,42

**Abastecedor**

<b>Año</b>	<b>Alternativa</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
2001	69.945	72.402	73.191	73.634	73.879	74.450
2002	78.759	84.390	86.240	87.287	87.868	89.233
2003	88.684	98.363	101.616	103.472	104.507	106.951
2004	99.860	114.649	119.732	122.657	124.295	128.187
2005	112.445	133.633	141.079	145.399	147.831	153.639
2006	126.615	155.759	166.231	172.359	175.824	184.145
2007	142.571	181.549	195.868	204.317	209.117	220.708
2008	160.538	211.610	230.789	242.200	248.715	264.531
2009	180.769	246.648	271.935	287.108	295.810	317.056
2010	203.549	287.487	320.418	340.343	351.824	380.009
<b>Subtotal</b>	<b>1.263.734</b>	<b>1.586.490</b>	<b>1707.100</b>	<b>1.778.776</b>	<b>1.819.671</b>	<b>1.918.910</b>
Millones	1,26	1,59	1,71	1,78	1,82	1,92

<b>Subtotal</b>	<b>1.480.136</b>	<b>1.959.285</b>	<b>2.287.634</b>	<b>2.428.565</b>	<b>2.605.812</b>	<b>3.338.916</b>
Millones	1,48	1,96	2,29	2,43	2,61	3,34

**Cuadro 45. Costo de implementar el control de calidad, 2001 - 2010**  
(expresado en US\$)

**MINSA**

Partidas	Alternativa					
	1	2	3	4	5	6
Análisis	288.873	505.220	781.221	876.656	1.067.423	1.954.404
Inspección sanitaria	92.932	159.353	248.999	278.113	334.667	597.277
Muestreo	216.402	372.796	580.534	649.789	786.141	1.420.006
Laboratorios	2.571.040	2.737.067	2.932.606	3.162.901	3.434.133	4.129.800
Transporte	2.089.300	2.460.676	2.898.065	3.413.200	4.019.902	5.576.000
Subtotal	5.258.547	6.235.112	7.441.424	8.380.660	9.642.265	13.677.487
Apoyo 10%	525.855	623.511	744.142	838.066	964.226	1.367.749
<b>Subtotal</b>	<b>5.784.402</b>	<b>6.858.623</b>	<b>8.185.567</b>	<b>9.218.726</b>	<b>10.606.491</b>	<b>15.045.236</b>
Millones	5,78	6,86	8,19	9,22	10,61	15,05

**Abastecedor**

Partidas	Alternativa					
	1	2	3	4	5	6
Análisis	14.724.882	17.239.710	18.127.801	18.778.940	18.864.843	19.198.787
Inspección sanitaria	84.016	107.103	116.093	122.151	125.812	136.353
Muestreo	1.263.734	1.586.490	1.707.100	1.778.776	1.819.671	1.918.910
Laboratorios	729.500	1.459.000	2.188.500	2.918.000	3.647.500	4.377.000
Transporte	350.000	700.000	1.050.000	1.400.000	1.750.000	2.100.000
Subtotal	17.152.132	21.092.303	23.189.494	24.997.867	26.207.826	27.731.050
Apoyo 10%	1.715.213	2.109.230	2.318.949	2.499.787	2.620.783	2.773.105
<b>Subtotal</b>	<b>18.867.345</b>	<b>23.201.533</b>	<b>25.508.443</b>	<b>27.497.654</b>	<b>28.828.608</b>	<b>30.504.155</b>
Millones	18,87	23,20	25,51	27,50	28,83	30,50

**Total**

Partidas	Alternativa					
	1	2	3	4	5	6
Análisis	15.013.755	17.744.930	18.909.021	19.655.596	19.932.266	21.153.190
Inspección sanitaria	176.948	266.456	365.092	400.264	460.479	733.631
Muestreo	1.480.136	1.959.285	2.287.634	2.428.565	2.605.812	3.338.916
Laboratorios	3.300.540	4.196.067	5.121.106	6.080.901	7.081.633	8.506.800
Transporte	2.439.300	3.160.676	3.948.065	4.813.200	5.769.902	7.676.000
Subtotal	22.410.679	27.327.415	30.630.918	33.378.527	35.850.091	41.408.537
Apoyo 10%	2.241.068	2.732.741	3.063.092	3.337.853	3.585.009	4.140.854
<b>Subtotal</b>	<b>24.651.747</b>	<b>30.060.156</b>	<b>33.694.010</b>	<b>36.716.380</b>	<b>39.435.100</b>	<b>45.549.390</b>
Millones	24,65	30,06	33,69	36,72	39,44	45,55

**Cuadro 46. Costo por vigilancia de calidad, 2001 - 2010  
(expresado en US\$)****MINSA**

Partidas	Alternativas					
	1	2	3	4	5	6
Análisis	8.666	15.157	23.437	26.300	32.023	58.632
Inspección sanitaria	2.788	4.781	7.470	8.343	10.040	17.918
Muestreo	6.492	11.184	17.416	19.494	23.584	42.600
Laboratorios	0	0	0	0	0	.0
Transporte	208.930	246.068	289.807	341.320	401.990	557.600
<b>Subtotal</b>	<b>226.876</b>	<b>277.189</b>	<b>338.129</b>	<b>395.457</b>	<b>467.637</b>	<b>676.751</b>
Millones	0,23	0,28	0,34	0,40	0,47	0,68

**Abastecedor**

Partidas	Alternativas					
	1	2	3	4	5	6
Análisis	1.472.488	1.723.971	1.812.780	1.877.894	1.886.484	1.919.879
Inspección sanitaria	8.402	10.710	11.609	12.215	12.581	13.635
Muestreo	126.373	158.649	170.710	177.878	181.967	191.891
Laboratorios	109.425	218.850	328.275	437.700	547.125	656.550
Transporte	35.000	70.000	105.000	140.000	175.000	210.000
<b>Subtotal</b>	<b>1.751.688</b>	<b>2.182.180</b>	<b>2.428.374</b>	<b>2.645.687</b>	<b>2.803.158</b>	<b>2.991.955</b>
Millones	1,75	2,18	2,43	2,65	2,80	2,99

**Total**

Partidas	Alternativas					
	1	2	3	4	5	6
Análisis	1.481.154	1.739.128	1.836.217	1.904.194	1.918.507	197.8511
Inspección sanitaria	11.190	15.491	19.079	20.559	22.621	3.1554
Muestreo	132.865	169.833	188.126	197.371	205.551	23.4491
Laboratorios	109.425	218.850	328.275	437.700	547.125	65.6550
Transporte	243.930	316.068	394.807	481.320	576.990	76.7600
<b>Subtotal</b>	<b>1.978.564</b>	<b>2.459.369</b>	<b>2.766.503</b>	<b>3.041.143</b>	<b>3.270.795</b>	<b>366.8706</b>
Millones	1,98	2,46	2,77	3,04	3,27	3,67

### **9.1 Fuentes de los fondos**

Se han considerado las siguientes:

- Recursos nacionales  
Dinero proveniente del tesoro público, bien sea a través del presupuesto nacional o regional.
- Donaciones  
Recursos obtenidos de entidades nacionales o internacionales en calidad de préstamos no reembolsables.

### **9.2 Uso de los fondos**

- Inversiones para implementar laboratorios
  - Central
  - Regionales
  - Locales.
- Inversiones para la operatividad del Plan de Vigilancia
  - Vehículo
  - Sueldo y salarios
  - Viáticos
  - Insumos
  - Reposición de equipos.

En el caso del control a cargo de los abastecedores, el costo que demanda esta tarea será asumido por el abastecedor y financiado por los consumidores a través de la tarifa de agua.

### **9.3 Ejecución del Plan de Vigilancia**

#### **9.3.1 Esquema institucional**

La ejecución del Plan deberá ser realizada por el Ministerio de Salud, correspondiéndole la coordinación, planificación, administración y supervisión a nivel nacional a la Dirección de Salud Ambiental y a nivel regional a las Regiones.

Además, para la consecución de los propósitos establecidos, es imperativo promover la actuación integrada y coordinada de todas las instituciones pertenecientes al subsector, tales como el ente regulador nacional y los entes reguladores regionales así como la asociación de abastecedores a manera de optimizar la aplicación de esfuerzos y recursos humanos, materiales y económicos.

El esquema así planteado tiende a facilitar la ejecución del Plan porque introduce un elemento de coordinación conjunta entre las instituciones de vigilancia y los responsables de la prestación de los servicios de abastecimiento de agua. Resulta coherente que esta coordinación la



ejecute la autoridad de salud conjuntamente con el ente regulador nacional a modo de canalizar todos los esfuerzos y recursos en forma armónica y ordenada a fin de alcanzar el mejoramiento de los servicios de agua a través de la definición de las metas. Estas metas están destinadas a disminuir el riesgo a la salud y a priorizar de las inversiones para la ampliación y el mejoramiento del funcionamiento a partir de los datos proporcionados por las acciones de vigilancia y control de la calidad del agua y de los servicios de abastecimiento de agua.

### *9.3.2 Proceso de ejecución del Plan*

La formulación del Plan, su programación, planificación de las acciones y evaluación de los servicios, debe seguir un proceso dinámico y continuo de planificación, ejecución, evaluación y ajuste, que en forma cíclica irá llevando a resultados cada vez más cercanos a lo deseable y necesario.

Es necesario establecer orientaciones, metodologías y líneas de acción para las fases subsiguientes, correspondiéndole a la autoridad de salud ejecutar y profundizar esta tarea hasta definir con mayor precisión lo que debe hacerse, cómo realizarlo y qué resultados desean obtenerse. Al efecto, las funciones del organismo de vigilancia dentro de la actual autoridad sanitaria se indican en el cuadro 47. En el cuadro 48, se indica en forma resumida las funciones de las oficinas regionales.

### *9.3.3 Resultados esperados de la ejecución del Plan*

Las acciones ejecutadas por el Plan de Vigilancia permitirá:

- Mejorar los niveles de salud y calidad de vida de la población de El País
- Definir:
  - a) el estado de los servicios de abastecimiento de agua,
  - b) las deficiencias de los sistemas de abastecimiento desde el punto de vista de riesgo a la salud; y el
  - c) estado del nivel de los servicios a nivel intradomiciliario, tanto en lo físico como en el buen uso.

El primer resultado servirá para que el sector de agua y saneamiento priorice inversiones en ampliación de cobertura y mejoramiento de los sistemas existentes.

El segundo grupo de resultados demandará el establecimiento de una estrecha coordinación a nivel nacional y regional entre la institución vigiladora y las encargadas de la prestación de servicios de abastecimiento de agua, con la finalidad de establecer metas realistas destinadas a disminuir el riesgo sanitario de los servicios de abastecimiento de agua. Las inversiones que se comprometan en este aspecto deberán ser definidas por el sector de agua y saneamiento a partir de criterios de prioridad establecidos de mutuo acuerdo entre las instituciones encargadas de la prestación de servicios de abastecimiento de agua y el Ministerio de Salud.

### **Cuadro 47. Funciones de la autoridad sanitaria**

- a) Coordinar con los entes reguladores y entidades prestadoras de servicios de saneamiento los resultados de sus programas de control de la calidad del agua para consumo humano.
- b) Identificar en cada una de las regiones los centros poblados a ser vigilados para que las regiones planifiquen las acciones correspondientes.
- c) Supervisar el cumplimiento de los programas de control y vigilancia.
- d) Procesar los datos sobre control de calidad proporcionados por los abastecedores.
- e) Informar periódicamente sobre la situación de la calidad de los servicios de abastecimiento de agua.
- f) Efectuar el seguimiento de las acciones tendientes al mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano y de la calidad del servicio de abastecimiento de agua.
- g) Identificar y cuantificar las necesidades de recursos humanos, materiales y económicos para la ejecución de la vigilancia.
- h) Identificar y formular las necesidades de capacitación.
- i) Revisar periódicamente las normas vigentes vinculadas con el abastecimiento de agua.
- j) Poner en marcha el programa de vigilancia epidemiológica.
- k) Identificar las acciones tendientes a la implementación del programa de educación ambiental.

Finalmente, el tercer resultado está asociado a la planificación de las labores educativas de la población a través de campañas masivas de comunicación social dirigidas, desde el punto de vista sanitario, al buen uso del agua, al cuidado de las instalaciones intradomiciliarias y sobre todo al mejoramiento de los hábitos y costumbres sanitarias.

La conjunción de estas actividades permitirán contribuir sustancialmente a mejorar los niveles de salud y calidad de vida de la población, así como al progreso social y desarrollo de El País.

**Cuadro 48. Funciones de la oficina de vigilancia de la calidad de agua a nivel regional**

- a) Coordinar con las instituciones locales o regionales responsables de la administración de los servicios de abastecimiento de agua las acciones vinculadas al control de calidad.
- b) Realizar el registro de los diferentes centros poblados de su jurisdicción.
- c) Planificar las acciones a nivel regional y local, cuantificar inversiones y comprometer partidas presupuestarias para la ejecución del programa de vigilancia.
- d) Ejecutar las acciones correspondientes al plan de vigilancia (validación de las inspecciones sanitarias, muestreo y análisis del agua).
- e) Procesar a nivel local los datos obtenidos en su jurisdicción.
- f) Notificar a las instituciones responsables de los sistemas de abastecimiento de agua las observaciones encontradas durante las labores de vigilancia.
- g) Informar periódicamente al órgano de vigilancia sobre el estado de la calidad del agua y de los servicios de abastecimiento de agua.
- h) Ejecutar las acciones correspondientes a la capacitación, educación ambiental y promoción comunitaria.

**9.4 *Etapas de ejecución del Plan***

Tomando en consideración las condiciones socioeconómicas de El País, se propone la ejecución del Plan en dos etapas: en una primera etapa de tres años, se consolidará los programas de control que vienen ejecutando las entidades prestadoras de servicio de saneamiento en todas las capitales de los estados, la implementación del laboratorio de referencia y de los laboratorios regionales del Ministerio de Salud, la conclusión del Proyecto definitivo desagregado a nivel de estado y provincias, así como la obtención de los recursos económicos y materiales necesarios. En la segunda etapa de siete años, de acción intensa, se ampliará gradualmente el programa a nivel nacional comenzando por las ciudades pequeñas y pueblos, hasta finalmente cubrir el medio rural.

En resumen, las etapas comprenderán las acciones siguientes:

- a) Primera etapa (tres años)
  - Institucionalización del Plan de Vigilancia de los Servicios de Abastecimiento de Agua de Consumo Humano.

- Formulación de los objetivos de los programas de capacitación, educación ambiental, comunitaria y vigilancia epidemiológica.
  - Fortalecimiento de los programas de control de la calidad del agua en las grandes y medianas ciudades
  - Planeamiento de las acciones de vigilancia para su aplicación a nivel nacional.
  - Implantación de las labores de vigilancia en las principales ciudades de El País.
  - Creación de la base de datos y sistema de flujo de información, notificación y control interno.
  - Promulgación de la Ley de Vigilancia de los Servicios de Agua de Consumo.
- b) Segunda etapa (siete años)
- Ampliación del Programa a nivel nacional.

#### *9.4.1 Evaluación y control*

El proceso de gestión del Plan incluye, además de la programación y ejecución, la evaluación y control. Los procesos de evaluación y control servirán para retroalimentar las actividades de los procesos de planificación, ejecución y administración de las acciones de vigilancia. Ello se hará a partir de los lineamientos de política e inversiones previstas para la reducción de los niveles de riesgo en los sistemas de abastecimiento de agua, lo que permitirá ajustar cíclica y coordinadamente las estrategias, las políticas de trabajo y los programas regionales y nacionales en trabajo.

Los procesos se realizarán de manera continua, alimentados por un eficiente sistema de información a nivel regional y nacional. De este modo, los alcances del Plan tendrán que ser ajustados continuamente a las nuevas condiciones derivadas de las evaluaciones y del perfeccionamiento de información.



## **APÉNDICE B**

### **CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LOCALIDADES URBANAS**

**ESTUDIO DE CASO: EMPRESA SEDACUSCO, CIUDAD  
DE CUZCO, PERÚ**



## CONTENIDO

		<b>Página</b>
<b>1.</b>	<b>Antecedentes</b> .....	155
<b>2.</b>	<b>Introducción</b> .....	155
<b>3.</b>	<b>Justificación</b> .....	156
<b>4.</b>	<b>Objetivos</b> .....	157
	4.1 Objetivo general.....	157
	4.2 Objetivos específicos.....	157
<b>5.</b>	<b>Estrategia</b> .....	157
<b>6.</b>	<b>Indicadores</b> .....	158
	6.1 Calidad del agua.....	158
	6.2 Calidad del servicio.....	159
	6.3 Estado de conservación de los componentes del servicio de abastecimiento.....	159
<b>7.</b>	<b>Procedimiento metodológico</b> .....	159
	7.1 Consideraciones previas.....	159
	7.2 Planificación y ejecución.....	162
	7.3 Aseguramiento de la calidad de datos.....	164
 <b>Lista de anexos</b>		
<b>Anexo 1</b>	<b>Responsabilidades</b> .....	165
<b>Anexo 2</b>	<b>Parámetros y frecuencias de muestreo para el control de la calidad del agua para consumo humano en la ciudad del Cuzco</b> .....	169
	1. Introducción.....	171
	2. Requisitos físicos, químicos y bacteriológicos y frecuencia de muestreo.....	171
	3. Cloro residual.....	171
<b>Anexo 3</b>	<b>Componentes del sistema de abastecimiento de agua</b> .....	173
<b>Anexo 4</b>	<b>Toma de muestras y preservación</b> .....	179
	1. Introducción.....	181
	2. Recipientes y volúmenes.....	182
	3. Selección de puntos de muestreo en la red.....	182
	4. Recolección de muestras.....	185
	5. Preservación.....	187
	6. Identificación.....	188
	7. Embalaje y transporte.....	188
	8. Métodos de muestreo.....	190



<b>Anexo 5</b>	<b>Programa de capacitación</b> .....	193
<b>Anexo 6</b>	<b>Zonas de abastecimiento</b> .....	197
<b>Anexo 7</b>	<b>Número de muestras</b> .....	201
	1. Alcances.....	203
	2. Número de muestras y frecuencia .....	203
	3. Costo.....	205
<b>Anexo 8</b>	<b>Formularios empleados en la recolección de información</b> .....	207
<b>Anexo 9</b>	<b>Aseguramiento de la calidad de datos</b> .....	211
	1. Introducción.....	213
	2. Número de evaluaciones ejecutadas (1).....	213
	3. Consistencia de los resultados (2) .....	213
	4. Número de supervisiones directas (3) .....	214
	5. Número de verificaciones ejecutadas en el campo (4) .....	214
	6. Calidad del trabajo de campo (5) .....	214

### **Lista de cuadros**

#### **Anexo 2**

Cuadro 1	Determinaciones analíticas y número de muestras por año .....	171
Cuadro 2	Determinación de cloro residual.....	171

#### **Anexo 3**

Cuadro 1	Plantas de tratamiento.....	175
Cuadro 2	Fuentes superficiales.....	175
Cuadro 3	Fuentes subterráneas. Pozos .....	175
Cuadro 4	Fuentes subterráneas. Galerías .....	175
Cuadro 5	Fuentes subterráneas. Manantiales .....	175
Cuadro 6	Componentes. Reservorios matrices .....	176
Cuadro 7	Componentes. Reservorios de distribución.....	176
Cuadro 8	Componentes. Estaciones de bombeo.....	177
Cuadro 9	Componentes. Cisternas .....	177
Cuadro 10	Componentes. Reductoras de presión.....	177

#### **Anexo 4**

Cuadro 1	Recipientes y tipo de preservantes por grupo de determinaciones.....	188
Cuadro 2	Formulario para toma de muestras de agua y evaluación de la calidad del servicio. Red de distribución .....	189

**Anexo 6**

Cuadro 1	Características de las zonas de abastecimiento, SEDACUSCO.....	199
----------	--	-----

**Anexo 7**

Cuadro 1	Número de determinaciones analíticas en el año, SEDACUSCO.....	204
Cuadro 2	Número de determinaciones de cloro residual en el año, SEDACUSCO.....	204
Cuadro 3	Costo por determinaciones analíticas .....	205

**Anexo 8**

Cuadro 1	Red de distribución.....	209
Cuadro 2	Componentes .....	209
Cuadro 3	Planta de tratamiento .....	210

**Anexo 9**

Formulario	E-1 Aseguramiento de la calidad de datos .....	216
------------	--	-----

**Lista de figuras**

**Anexo 4**

Figura 1	Puntos de muestreo en sistemas de distribución del tipo abierto.....	183
Figura 2	Puntos de muestreo en sistemas de distribución del tipo cerrado.....	184
Figura 3	Puntos de muestreo en sistemas de distribución del tipo mixto.....	184



## 1. Antecedentes

Antes de la aparición del cólera en el Perú en 1991, casi todos los países de América Latina y el Caribe concentraban su atención en la cantidad antes que en la calidad del agua. Hoy en día, existe un mayor interés de las autoridades en el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano y se presta mayor atención a los aspectos de vigilancia y control. Muchos países se han visto motivados para ejecutar programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano como parte de las intervenciones de salud ambiental destinadas a prevenir la transmisión de las enfermedades gastrointestinales.

La calidad del agua para consumo humano tiene una fuerte incidencia en la salud de las personas, como consecuencia de que el agua sirve como vehículo de transmisión de muchos microorganismos de origen gastrointestinal y patógenos al hombre. Entre los agentes patógenos de mayor representatividad y que pueden estar presentes en el agua, se tiene a las bacterias, virus y, en menor cuantía, a los protozoos y helmintos. Estos microorganismos difieren ampliamente en tamaño, estructura y constitución, lo que explica que su supervivencia en el ambiente, y su resistencia a los procesos de tratamiento difieran significativamente.

Otro factor de gran importancia está dado por la conservación de la calidad del agua en el sistema de distribución, que se encuentra ligada con: a) estado de conservación de la infraestructura física de la red de distribución; b) administración del sistema; y c) manejo intradomiciliario del agua. De manera complementaria, también cabe mencionar la cantidad, la continuidad, la cobertura y el costo, que en conjunto permite calificar la calidad e identificar el nivel de servicio del sistema de abastecimiento de agua.

## 2. Introducción

El agua de consumo humano ha sido definida en las *Guías para la calidad del agua potable* de la Organización Mundial de la Salud (OMS), como "*adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal*". Está implícito en esta definición el requerimiento de que el agua no debe presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud humana.

La calidad microbiológica del agua para consumo humano es de gran importancia primaria y el monitoreo de un indicador bacteriano tal como el coliforme total y el coliforme termotolerante debe tener la más alta prioridad. Por otra parte, la contaminación química también es importante, pero ella no está asociada con efectos agudos sobre la salud humana y tiene una menor prioridad a corto plazo que la contaminación bacteriológica, dado que muchas veces resulta irrelevante en zonas donde enfermedades microbianas relacionadas con el agua y enfermedades parasitarias muestran elevados índices de prevalencia.

Cuando el agua de calidad apta para consumo humano entra al sistema de distribución, puede deteriorarse antes de llegar al consumidor, deterioro que puede ser causado por conexiones cruzadas, retrosifonaje; rotura de las tuberías; mal estado de las conexiones domiciliarias, de las cisternas, de los reservorios, de los hidrantes contra incendios; y durante el tendido de nuevas

tuberías o reparaciones realizadas sin medidas de seguridad. Otro factor de contaminación, de gran importancia en los países en vías de desarrollo donde existe déficit de agua, es la interrupción del sistema de abastecimiento, como resultado de la práctica de rotación del servicio de una a otra área de abastecimiento.

Por otra parte, en sistemas de baja confiabilidad, la constante interrupción del servicio de abastecimiento de agua conduce al deterioro de la calidad física, química y principalmente bacteriológica del agua a nivel intradomiciliario, a causa de su manejo y almacenamiento inadecuado.

Los conceptos y procedimientos que se indican en el presente documento están basados en la *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano* desarrollada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS) con el apoyo financiero de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) (véase la primera parte de este documento). A fin de validar la referida metodología en el medio urbano, el CEPIS acordó con la Empresa Prestadora de Servicio del Cusco (SEDACUSCO) la implementación de un proyecto piloto de control de calidad del agua para consumo humano en la ciudad del Cuzco.

La metodología para el medio urbano está dirigida a determinar el estado sanitario del servicio de abastecimiento de agua, a través de la evaluación de la calidad del agua para consumo humano y el estado sanitario de los componentes del sistema de abastecimiento de agua, todo lo cual permitirá definir el nivel de servicio que presta SEDACUSCO.

### **3. Justificación**

Los sistemas de abastecimiento de agua deben diseñarse, operarse y mantenerse para preservar y conservar la calidad del agua para consumo humano. Sin embargo, es común que se presenten situaciones fortuitas causadas por el estado de la infraestructura, lo que afecta la calidad del agua para consumo humano. Los defectos o deficiencias de la infraestructura pueden ser consecuencia del mal diseño, de la mala construcción, de fallas en la supervisión de la construcción o del mantenimiento inadecuado, así como consecuencia de efectos naturales o humanos, caso de terremotos, o desórdenes civiles que conducen a que las estructuras del sistema de abastecimiento de agua no sean capaces de proteger y mantener la calidad del agua de consumo humano.

En el medio urbano, a diferencia del medio rural, la postura de la comunidad frente al sistema de abastecimiento de agua es más pasivo como consecuencia de que el servicio de abastecimiento de agua es administrado por una entidad prestadora de servicios, supervisada por el ente regulador y vigilada por el Ministerio de Salud, y que está, además, sujeta a fiscalización por parte de organismos pertenecientes a la sociedad civil.

Por otra parte, las entidades prestadoras de servicios cuentan con profesionales capacitados en las áreas de administración, operación y mantenimiento que se esfuerzan en dar un buen servicio de abastecimiento de agua a cambio del pago de una tarifa, que normalmente

los usuarios están en capacidad de afrontar y que se utiliza en el pago de remuneraciones del personal y en la adquisición de insumos y materiales necesarios para la adecuada operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua.

La calidad o nivel de servicio es un factor de suma importancia en el mejoramiento del nivel de salud de la población beneficiada. En una situación ideal, toda la población debe ser atendida en forma eficiente y efectiva. Sin embargo, la mayor parte de las veces se encuentra que el servicio de abastecimiento de agua tiene cobertura restringida y/o muy baja continuidad, lo que conduce a que una parte de la población tenga que recurrir a almacenarla para atender sus necesidades básicas. Esto desemboca en el deterioro de la calidad del agua para consumo humano con la consiguiente exposición de las personas a contraer enfermedades transmisibles relacionadas con ella.

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo general**

Establecer las bases para implementar un programa de control de la calidad del agua para consumo humano por parte de SEDACUSCO que permita determinar la calidad de agua que se consume en la ciudad del Cuzco.

### **4.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar la calidad del agua para consumo humano;
- b) definir el grado de deficiencias de los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua;
- c) identificar las medidas correctivas; y
- d) planificar inversiones.

## **5. Estrategia**

Los objetivos se alcanzarán por medio de los siguientes pasos:

- La determinación de la calidad del agua en el sistema de distribución se hará por medio de la evaluación física, química y bacteriológica del agua desde la salida de las plantas de tratamiento hasta el ingreso a la conexión domiciliaria. Al efecto, se determinarán tres niveles de evaluación: a) salida de plantas de tratamiento, la que puede estar representada por la tubería de aducción o reservorio matriz; b) componentes como reservorios de distribución, cisternas, entre otros; y c) red de distribución.
- La evaluación del estado y grado de conservación de infraestructura que conforma el servicio de abastecimiento de agua se efectuará por medio de la inspección directa de los principales componentes del sistema, a fin de identificar los defectos que inciden en la conservación de la calidad del agua para consumo humano.

- La identificación y priorización de las medidas correctivas se efectuará con ayuda de un programa automatizado, el cual procesará los datos correspondientes a calidad del agua de cada una de las zonas de abastecimiento y el estado sanitario de los principales componentes del sistema de abastecimiento de agua.

La información para la planificación del trabajo de control está compuesto por a) inventario de los componentes del sistema de abastecimiento de agua; b) identificación de las áreas de abastecimiento de agua; c) parámetros y límites aceptables; d) resultado de los análisis de agua; y d) inspección sanitaria.

El departamento de control de calidad se encargará de la planificación, para lo cual deberá contar con información sobre la parte física, operativa y de mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua. Con esta información procederá a ubicar los componentes y definir las zonas de abastecimiento teniendo en cuenta la influencia de las fuentes de abastecimiento y de los componentes, principalmente de los reservorios matrices, reservorios de almacenamiento, pozos, reductoras de presión, etc., vinculándolos con la población atendida. Asimismo, se definirán los puntos de muestreo fijos y aleatorios teniendo en consideración las recomendaciones que para el efecto existen, y a partir de la frecuencia de muestreo y los parámetros de realización obligatoria por tipo de estructura, se procederá a elaborar el programa de muestreo.

La planificación, el muestreo, los análisis de campo y las inspecciones sanitarias son responsabilidades del departamento de control de calidad, mientras que los análisis físico, químico y bacteriológico estarán a cargo del laboratorio central de SEDACUSCO. El procesamiento de la información, la elaboración de los informes periódicos y anuales, y el seguimiento de la implementación de las medidas correctivas, también serán responsabilidad del departamento de control de calidad.

## **6. Indicadores**

De acuerdo con los objetivos indicados anteriormente, los indicadores de resultados que se obtendrán en el programa de control de la calidad de agua son: a) calidad del agua; b) continuidad y presión (nivel de servicio); y c) estado de conservación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua.

### **6.1 Calidad del agua**

El agua distribuida a través de los sistemas de abastecimiento debe ser inocua. Para ello la calidad del agua debe cumplir con las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas establecidas por la autoridad de salud, de tal manera que el consumo de agua no cause daño a los usuarios.

En el caso específico de SEDACUSCO, los parámetros analíticos han sido definidos por el ente regulador (Superintendencia Nacional de Agua y Saneamiento [SUNASS]) en función de la capacidad analítica del laboratorio de SEDACUSCO. Estos parámetros han sido agrupados de

acuerdo con las partes principales del sistema de abastecimiento de agua, como son: a) salida de suministros de fuentes superficiales; b) salida de suministros de fuentes subterráneas; c) salida de reservorios; y d) red de distribución.

## **6.2 *Calidad del servicio***

Los sistemas de abastecimiento de agua deben cumplir con los requisitos mínimos para los cuales fueron concebidos y construidos. Estos se pueden sintetizar en un solo requisito: atender las necesidades básicas de agua de la comunidad con la calidad como un concepto guía, de manera que se cuide la salud de los usuarios.

En el presente caso se ha considerado que el nivel de servicio puede ser evaluado a través de la determinación de las características funcionales del sistema de abastecimiento de agua tales como: a) continuidad en el abastecimiento de agua; y b) presión de agua.

## **6.3 *Estado de conservación de los componentes del servicio de abastecimiento***

La conservación de la calidad del agua de consumo humano depende de la ausencia de defectos físicos en los componentes que conforman el sistema de abastecimiento, así como de la disponibilidad de los elementos de protección para que el agua conserve sus características físicas, químicas y bacteriológicas.

La observación del estado y grado de conservación de la infraestructura se realiza mediante la inspección sanitaria, la cual tiene como objetivo identificar los posibles defectos de los componentes del servicio de abastecimiento de agua y de las prácticas de operación y mantenimiento que puedan representar riesgo en la conservación de la calidad del agua para consumo humano.

La información proporcionada u obtenida durante las labores de inspección sanitaria permitirá identificar las acciones requeridas para subsanar los defectos detectados, sean estos constructivos, de operación, mantenimiento o de cualquier otra forma que signifique alguna desviación respecto a lo aceptado como práctica normal, con el propósito de minimizar el riesgo de contaminación del agua destinada al consumo humano.

## **7. *Procedimiento metodológico***

### **7.1 *Consideraciones previas***

Previamente a la iniciación del programa de control de la calidad del agua por parte de SEDACUSCO, ha sido necesario definir las responsabilidades de la Oficina de Control de Calidad y su relación con las demás oficinas de la empresa de agua. En principio, se ha considerado la necesidad de que la Oficina de Control de Calidad dependa directamente de la gerencia general y reciba el apoyo del laboratorio de análisis de agua ubicado en la planta de Santa Ana.



Esta independencia llevará a considerar la necesidad de designar al personal necesario y a brindarle mobiliario, equipo de oficina y sobre todo movilidad apropiada. Adicionalmente, dentro del concepto empresarial, deberá recibir el apoyo del área operacional para el muestreo y análisis de cloro residual en los reservorios, estaciones de rebombeo y plantas de tratamiento.

Por otra parte, el laboratorio, sobre la base del número de muestras que serán analizadas, deberá determinar las necesidades de equipamiento e insumos químicos, preparar los manuales de procedimientos para los análisis e implementar el programa de control de la calidad analítica.

Por su parte, la Oficina de Control de Calidad, además de la programación de las tareas de control, deberá capacitar al personal encargado del muestreo y establecer un programa de control de calidad de la información obtenida durante el proceso de muestreo y de realización de las inspecciones sanitarias.

- a) *Responsabilidades.* Se entiende que el control de calidad del agua para consumo humano es un trabajo corporativo entre todas las oficinas de SEDACUSCO, siendo la cabeza de la misma la Oficina de Control de Calidad. Sin embargo, es necesario establecer, a través de directivas internas, las funciones y responsabilidades de cada uno de los actores participantes en el programa de control previsto (véase el anexo 1).
- b) *Equipamiento básico.* La Oficina de Control de Calidad dispone de las facilidades mínimas indispensables para la ejecución del control de la calidad de agua en la ciudad del Cuzco. Entre las facilidades, se tienen: espacio físico, equipamiento (escritorios, computadoras, etc.).
- c) *Laboratorios.* En el caso del laboratorio de Santa Ana, éste dispone de los materiales e insumos necesarios para realizar el control de la calidad del agua, como son espacio físico, muebles, equipos, instrumentos, material de vidrio, productos químicos para análisis fisicoquímicos, medios de cultivo para los análisis bacteriológicos, entre otros.
- d) *Criterios de calidad del agua.* El ente regulador ha establecido para la ciudad del Cuzco los parámetros que serán analizados y la frecuencia de muestreo. Estos parámetros incluyen la determinación de cloro residual en las plantas de tratamiento, componentes y red de distribución (véase el anexo 2). En el caso de las muestras que serán tomadas en la red de distribución, se ha establecido que la red sea sectorizada en zonas de abastecimiento y que esta sectorización esté en concordancia con: a) las zonas hidráulicas de la red de distribución; b) la fuente de abastecimiento; c) la influencia de los componentes que lo abastecen; d) presión de agua; e) que en cada zona de abastecimiento habiten no más de 20.000 personas.

Adicionalmente, se ha considerado la realización esporádica de determinaciones de cloro residual y coliformes termotolerantes a nivel de instalaciones domiciliarias con el propósito de evaluar el grado de conservación de la calidad en el interior de las viviendas. Asimismo, se ha definido que las determinaciones de cloro residual y pH se realicen

durante la toma de las muestras y los análisis restantes por el laboratorio de SEDACUSCO.

- e) *Información básica.* La información requerida para la planificación de las actividades de control de calidad está compuesta principalmente por la definición de las características de cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de agua, la configuración del sistema de abastecimiento de agua y los límites geográficos de los sectores hidráulicos de la ciudad del Cuzco. En el anexo III se presentan los listados de las características de cada uno de los componentes que conforman el sistema de abastecimiento y el plano donde se muestran su ubicación y los límites de los 11 sectores hidráulicos.
- f) *Manuales de toma de muestra y análisis de campo.* La toma de muestras debe ser realizada por personal capacitado a fin de asegurar que las muestras de agua sean representativas del sistema de abastecimiento y que durante el muestreo y transporte, ella no se contamine. Al efecto, deberá ser capacitado para cumplir estrictamente con los procedimientos de muestreo, preservación, embalaje y traslado de muestras al laboratorio, así como con la determinación en campo del contenido de cloro libre, pH y otro tipo de información relacionado con el sistema de abastecimiento. Por estos motivos, el personal encargado de esta labor debe ser exclusivo y de plena confianza de la oficina de control de calidad.

Al efecto, los puntos de muestreo son:

- Salida de fuentes de aguas subterráneas como son manantiales y pozos de agua
- Salida de plantas de tratamiento de agua
- Salida de componentes como tanques de almacenamiento o distribución, cámaras rompedor, etc.
- Líneas de impulsión y aducción
- Red de distribución. En este caso, los puntos de muestreo deben estar distribuidos uniformemente en la zona de abastecimiento teniendo en cuenta:
  - Puntos de responsabilidad social, como establecimientos de salud, escuelas, lugares de preparación masiva de alimentos, piletas públicas, etc.
  - Puntos muertos, zonas de baja presión o de abastecimiento restringido.

En el anexo 4 se presenta el método de muestreo, preservación y cuidados de tomas de muestras que debe ser aplicado en el presente trabajo.

- g) *Análisis de laboratorio.* En cuanto a los análisis que serán realizados por el laboratorio de la Planta de Santa Ana, se ha considerado que se efectúen siguiendo procedimientos aceptados universalmente, a fin de garantizar y hacer comparables los resultados de las pruebas analíticas. Al efecto, se ha adoptado el Método Estándar para Análisis de Agua y Aguas Residuales de la American Public Health Association (APHA), la American Water Works Association (AWWA) y la Water Environment Federation (WEF) (1995).

- h) *Capacitación.* El programa de capacitación debe involucrar a todos los estamentos de la organización vinculados con el programa de control; se prestará mayor atención a la formación del personal responsable de las actividades de campo y procesamiento de la información.

La calidad de la información producida por la Oficina de Control de Calidad depende del trabajo realizado por el personal encargado de la toma de muestras, inspecciones sanitarias, análisis, procesamiento de información, etc. Por este motivo, el personal debe ser capacitado para que desempeñe adecuadamente sus funciones. Una capacitación adecuada asegurará que los datos y el procesamiento de los mismos sean procedimientos normalizados y comparables entre los diferentes generadores de información, haciendo posible la fácil sistematización al nivel regional y nacional. La capacitación deberá estar orientada a preparar al personal en:

- Planificación de la intervención;
- identificación de las características de los servicios de abastecimiento de agua;
- evaluación de componentes e identificación de riesgos sanitarios;
- toma de muestras y preservación de las mismas;
- análisis de campo;
- análisis físicos, químicos y microbiológicos en el laboratorio;
- procesamiento de información, e
- interpretación y reporte de resultados.

El levantamiento de la información acerca de las características físicas de los sistemas de abastecimiento de agua, manejo de formularios, toma de muestras y análisis de campo, requieren una capacitación específica, que debe ser teórico-práctica.

En el anexo V se presenta el modelo del programa de capacitación del personal responsable de las actividades de campo.

## **7.2 *Planificación y ejecución***

A este respecto, las actividades dirigidas a la realización del trabajo de control de la calidad de los servicios urbanos de abastecimiento de agua son:

- a) *Planificación.* Antes del inicio de las actividades de control, es necesario obtener información general sobre las características del sistema de abastecimiento de agua desde las fuentes de abastecimiento hasta la red secundaria de distribución considerando todos los componentes del mismo, conjuntamente con el tamaño de población tanto total como servida, presencia de establecimientos públicos, especialmente los vinculados con los sectores de educación y salud, zonas populares y de alta densidad, nivel de servicio, etc., a fin de identificar todos los factores que pudieran afectar la calidad del agua y facilitar la planificación de las labores de control.

Adicionalmente, la planificación debe comprender la definición de:

- Frecuencia de muestreo e identificación del número de determinaciones que se debe realizar;
- frecuencia de inspecciones sanitarias;
- procedimientos de muestreo y análisis;
- accesibilidad;
- establecimientos que forman parte del flujo de información, y
- preparación de la base de datos.

En el anexo VI se presenta la relación de las zonas de abastecimiento en que ha sido dividida la ciudad del Cuzco a partir los sectores hidráulicos, para lo cual se ha tenido en cuenta las características del sistema de abastecimiento en cuanto a fuente de abastecimiento, componentes que la atienden directa o indirectamente, población total y servida, nivel de servicio, entre otros. Asimismo, en el anexo VII se presenta el número de muestras que deberán ser tomadas en toda la ciudad durante el presente año.

- b) *Ejecución.* Luego de planificadas las actividades de intervención, se procede a la implementación del programa de control. Al respecto, se realizan las actividades de: a) recolección de información; b) toma de muestra y análisis; c) análisis de la información; d) identificación de medidas correctivas; y e) reporte. En el anexo VIII se presentan los modelos de formularios para la toma de datos en plantas de tratamiento, reservorios, red de distribución e inspecciones sanitarias.
- c) *Análisis de la información.* El análisis de la información permitirá calificar tres aspectos básicos: a) calidad del agua de bebida; b) nivel de servicio; y c) estado de la infraestructura.

En lo que respecta a calidad del agua, deberá ser clasificada por grupos según su origen; de este modo, se considera: a) salida de planta de tratamiento de agua o de fuentes subterráneas, solamente en lo que compete a la calidad del agua suministrada a la población, excluyéndose en el presente caso la calidad del agua cruda; b) salida de las obras de cabecera como reservorios matrices, reservorios de distribución y cisternas; y c) redes de distribución tanto primarias como secundarias. En casos muy especiales se podrá tomar muestras de agua a nivel intradomiciliario, aunque debe destacarse que las empresas prestadoras de servicios no tienen responsabilidad alguna en este nivel.

- d) *Medidas correctivas.* Luego del procesamiento de la información tanto de campo como de laboratorio, se estará en condiciones de identificar los principales problemas que presenta el sistema de abastecimiento de agua evaluado.

### **7.3 Aseguramiento de la calidad de datos**

Los datos obtenidos por el personal encargado de las acciones de control de la calidad del agua deben estar sujetos a validación con la finalidad de asegurar su veracidad. Normalmente, la calificación del desempeño de las personas responsables de los trabajos de campo se ejecuta en cinco etapas:

- Número de muestras tomadas;
- número de inspecciones sanitarias realizadas;
- consistencia de los resultados;
- número de supervisiones directas;
- número de verificaciones en el campo, y
- calidad del trabajo de campo.

En el anexo X se presenta el procedimiento para realizar el aseguramiento de la calidad de los datos.

**ANEXO 1**

**RESPONSABILIDADES**



En el proceso de control de la calidad del agua para consumo humano intervienen diversos actores, entre los cuales se puede mencionar al personal de las oficinas de control, al de control operacional y al de laboratorio.

Las responsabilidades de cada uno de ellos han sido definidas de la siguiente manera:

**Oficina de control:** En esta oficina se definen varios niveles: a) planificadores, b) digitadores, c) inspectores–muestreadores, d) supervisores y e) motoristas.

Los planificadores se encargan de establecer el alcance del programa de monitoreo, definen las estrategias para cumplir con lo exigido por el ente regulador y planificar las intervenciones de campo; es decir, definir las fechas y lugares de muestreo. Asimismo, con el auxilio de los programadores de SEDACUSCO configuran el programa según lo planificado y evalúan la confiabilidad de la información obtenida por los muestreadores e inspectores. Periódicamente deberán procesar los datos e informar los resultados de su trabajo a los niveles pertinentes.

Los digitadores son los responsables de ingresar a la base de datos computarizada los datos de muestreo, inspecciones sanitarias y los resultados de los análisis de cloro residual determinados en las plantas de tratamiento, reservorios y la red de distribución.

Los inspectores- muestreadores se encargan de efectuar las inspecciones sanitarias de los diferentes componentes con que cuenta el sistema de abastecimiento de agua y de tomar las muestras de agua en las plantas de tratamiento, reservorios y red de distribución; rellenar las tarjetas de muestreo; realizar los análisis de campo; preservar las muestras, embalarlas convenientemente para que no se contaminen durante el transporte, transportarlas hasta el laboratorio y reportar los resultados de su trabajo a los niveles correspondientes.

Los supervisores son responsables de verificar que los datos proporcionados por los inspectores- muestreadores sean veraces, para lo cual procederán a validar por muestreo parte de la información suministrada por los responsables de las inspecciones de los muestreos.

Los motoristas se encargarán de transportar al personal encargado de las labores de vigilancia.

**Laboratorio:** Tiene la responsabilidad de ejecutar las determinaciones analíticas indicadas en la tarjeta de remisión de muestra, aplicando los procedimientos de control de calidad analítica para garantizar la calidad de la información. Adicionalmente, en el caso de resultados sospechosos, deberá reportarlos de manera inmediata a la oficina de control de calidad para que tome nuevas muestras de agua y de ser posible, las medidas correspondientes para evitar la propagación de algún tipo de microorganismo o sustancia tóxica que pueda afectar la salud de los consumidores.



***Control operacional:*** La responsabilidad de esta oficina es la de apoyar en la determinación de cloro residual en la salida de las plantas de tratamiento y reservorios. Adicionalmente, debe implementar las medidas correctivas necesarias cuando se reporte la presencia de problemas en la calidad del agua distribuida a la ciudad.

## **ANEXO 2**

# **PARÁMETROS Y FRECUENCIAS DE MUESTREO PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA CIUDAD DEL CUZCO**



## 1. Introducción

Para efectos del Programa de Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano en la ciudad del Cuzco, el ente regulador ha seleccionado un conjunto de parámetros para evaluar la calidad del agua de bebida.

## 2. Requisitos físicos, químicos y bacteriológicos y frecuencia de muestreo

En el cuadro 1 se presentan las determinaciones que debe realizar el programa de control.

**Cuadro 1. Determinaciones analíticas y número de muestras por año**

Determinaciones	Salida de fuentes		Reservorios	Red de distribución
	Subterráneas	Superficiales		
Coliformes totales	4	52	12	12
Coliformes termotolerantes	4	52	12	12
Turbiedad	4	365	12	52
pH	4	365	12	26
Conductividad	4	365	12	26
Dureza total	1	4	4	2
Cloruros	1	4	4	2
Sulfatos	1	4	4	2
Nitrato	1	4	4	2
Color	1	4	4	2
Hierro	1	4	4	2
Manganeso	1	4	4	2
Aluminio	0	12	0	2

## 3. Cloro residual

La presencia de cloro residual no es un requisito indispensable para la evaluación de la calidad del agua para consumo humano. Sin embargo, se considera que su determinación es un elemento decisivo en la conservación de la calidad bacteriológica del agua y, por lo tanto, en la realización del análisis de coliformes. Al efecto, la determinación de cloro residual se deberá ejecutar en diferentes partes del sistema de abastecimiento, tal como se indica en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Determinación de cloro residual**

Partes del sistema	Lugar	Frecuencia
Componentes	Salida de plantas	Cada 6 horas
	Reservorios mayores de 4.000 m <sup>3</sup>	Cada 6 horas
	Reservorios menores de 4.000 m <sup>3</sup>	Una al día
Red de distribución	Zona de abastecimiento	Una al día



## **ANEXO 3**

# **COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**



## INVENTARIO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL CUZCO

### Información de ingreso. Sistema de abastecimiento de agua

**Cuadro 1. Plantas de tratamiento**

Nombre	Código control	Código SEDACUSCO	Ubicación	Fuente de abastecimiento	Capacidad de tratamiento (m <sup>3</sup> /d)
Santa Ana	PTA-001	INPLT0001	Av. Humberto Vidal Unda 421	Laguna Piuray y manantes*	26.956,8
Jaquira	PTA-002	INPLT0002	APV Los Jardines	Manantes Jaquira + aguas superficiales **	777,6

\* manantes Fortaleza Nueva, Chaullamarca, Cuncunyac, Ñahuimpugio.

\*\* manantes Fortaleza Nueva, Chaullamarca, Cuncunyac, Ñahuimpugio.

**Cuadro 2. Fuentes superficiales**

Nombre	Código control	Código SEDACUSCO	Ubicación	Capacidad de captación (m <sup>3</sup> /d)
Laguna Piuray	FS-001			

**Cuadro 3. Fuentes subterráneas. Pozos**

Nombre	Código control	Código SEDACUSCO	Ubicación	Estado operativo	Caudal (m <sup>3</sup> /d)	Profundidad (m)	Potencia de Bomba (hp)
Pozo 1	PZ-001	FS01	Piñipampa	Bueno	9.158,4	65	160
Pozo 2	PZ-002	FS02	Piñipampa	Bueno	9.158,4	65	160
Pozo 3	PZ-003	FS03	Piñipampa	Bueno	9.158,4	65	160
Pozo 4	PZ-004	FS04	Piñipampa	Bueno	9.158,4	65	160

**Cuadro 4. Fuentes subterráneas. Galerías**

Nombre	Código control	Código SEDACUSCO	Ubicación	Estado operativo	Caudal de producción (m <sup>3</sup> /d)
Salkantay	GA-001	GA01	Salkantay	Bueno	2.008,8

**Cuadro 5. Fuentes subterráneas. Manantiales**

Nombre	Código control	Código SEDACUSCO	Ubicación	Estado operativo	Caudal de producción (m <sup>3</sup> /d)
Kor Kor*	MN-002	REDIS0002	Kor Kor	Bueno	7.715,52
Jaquira	MN-003	INRLT0003	Jaquira	Bueno	10.005,12

\* Chaullamarca y Fortaleza Nueva



**Cuadro 6. Componentes. Reservorios matrices**

Nombre	Código control	Código SEDACUSCO	Ubicación	Estado operativo	Capacidad de almacenamiento (m <sup>3</sup> )
Santa Ana R-3	R-003	INRES0003	Av. Humberto Vidal Unda 421	Bueno	6.500
Picol Larapa R-12	R-012	INRES0012	Larapa Grande	Bueno	4.500
Jaquira	R-039	INRES0039	Jaquira	Bueno	300
El Arco	R-032	INRES0032		Bueno	400
Tambillo	R-017	INRES0017	Tambillo	Bueno	1.000

**Cuadro 7. Componentes. Reservorios de distribución**

Nombre	Código control	Código SEDACUSCO	Ubicación	Tipo	Estado operativo	Capacidad de almacenamiento (m <sup>3</sup> )
Los Andenes R-1	R-001	INRES0001	Jr. Antisuyo 420, Los Andenes	Circular - Hormigón armado	Bueno	1.800
Puquín R-2	R-002	INRES0002	Puquín	Circular - Hormigón armado	Bueno	455
Picchu R-4	R-004	INRES0004	Av. Túpac Amaru 422, cuadra 01	Rectangular - Hormigón armado	Bueno	3.400
Qoripata R-5	R-005	INRES0005	Fortunato Herrera s/n, Santiago	Cuadrado - Hormigón armado	Bueno	2.100
Mcal. Gamarra IE R-7	R-007	INRES0007	Mcal. Gamarra	Rectangular - Hormigón armado	Bueno	120
Mcal. Gamarra IIE R-8	R-008	INRES0008	Cruzpata	Circular - Hormigón armado	Bueno	250
Campiña Baja R-10	R-010	INRES0010	Campiña Baja	Circular - metálico	Bueno	3.000
Wimpillay R-13	R-013	INRES0013	Wimpillay s/n, Santiago	Circular - metálico	Bueno	1.500
Ununchis R-42	R-042	INRES0042	Urb. Santa Rosa s/n, San Sebastián	Circular - Hormigón armado	Bueno	500
Independencia R-35	R-035	INRES0035	APV Independencia	Circular - Hormigón armado	Bueno	150
Villa María R-33	R-033	INRES0033	Villa María	Circular - Hormigón armado	Bueno	150
Reservorios menores						
Mosocllacta R-19	R-019	INRES0019	Av. Circunvalación	Rectangular - Hormigón armado	Bueno	25
Alto Balconcillo R-20	R-020	INRES0020	APV Balconcillo	Circular	Bueno	35
Bajo Balconcillo R-21	R-021	INRES0021	APV Balconcillo	Circular	Bueno	36
Sétima Cuadra R-22	R-022	INRES0022	APV Lucrepata	Rectangular - Hormigón armado	Bueno	50
Ucchullo Alto R-23	R-023	INRES0023	APV Cristo Pobre	Rectangular - Hormigón armado	Bueno	70
Los Licenciados R-25	R-025	INRES0025	San Sebastián Licenciados	Circular	Bueno	75
Buena Vista R-29	R-029	INRES0029	Buena Vista	Circular - Hormigón armado	Bueno	85
Atocsaycuchi	R-046					
Huarapunku	R-047					
Larapa	R-048					

**Cuadro 8. Componentes. Estaciones de bombeo**

Nombre	Código control	Código SEDACUSCO	Ubicación	Estado operativo	Caudal de impulsión (m <sup>3</sup> /d)	Potencia de bombas (hp)
Rumicolca	EB-002	EB2	Rumicolca	Bueno		
Qollana	EB-003	EB3	Qollana	Bueno		

**Cuadro 9. Componentes. Cisternas**

Nombre	Código control	Código SEDACUSCO	Ubicación	Estado operativo	Capacidad de almacenamiento (m <sup>3</sup> )
Rumicolca	CT-002		Rumicolca	Bueno	
Qollana	CT-003		Qollana	Bueno	

**Cuadro 10. Componentes. Reductor de presión**

Nombre	Código control	Código SEDACUSCO	Ubicación	Estado operativo	Diámetro (mm)
Zárate	RP-001	RP001	Zárate	Bueno	4"
Tetecaca	RP-002	RP002	Tetecaca	Bueno	4" FoFo
Amargura	RP-003	RP003	Amargura	Bueno	8" FoFo
Puntop C	RP-004	RP004	Quinto paradero de Ttio	Bueno	12" FoFo
Pucllasunchis	RP-005	RP005	Pucllasunchis	Bueno	3" FoFo
Santa Ana	RP-006	RP006	Santa Ana	Bueno	14" FoFo
Karigrande	RP-007	RP007	Karigrande	Bueno	12" FoFo
Bolívar	RP-008	RP008	San Sebastián-tercer paradero	Bueno	



## **ANEXO 4**

# **TOMA DE MUESTRAS Y PRESERVACIÓN**



## 1. Introducción

Uno de los principales componentes del Programa de Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano es la evaluación y caracterización del agua suministrada a la población. La evaluación y caracterización del agua se efectúa mediante el análisis de muestras de agua obtenidas del sistema de abastecimiento.

El presente capítulo está dirigido a brindar información sobre las consideraciones y cuidados que deben tenerse en cuenta durante el muestreo, que va desde la toma de la muestra hasta su llegada al laboratorio.

Durante la recolección y transporte de muestras se debe tener el cuidado de no contaminar la muestra de agua durante la etapa de obtención de la muestra y el transporte; además, se deben satisfacer los siguientes requisitos:

### *Puntos de muestreo*

Tener el cuidado de que los puntos de muestreo sean representativos del agua que fluye por la red de abastecimiento de agua.

### *Recolección*

Recolectar las muestras en volumen adecuado y en frascos apropiados para el laboratorio.

### *Preservación*

Proteger la muestra de agua para evitar cualquier cambio significativo en la composición de la muestra antes de su análisis.

### *Identificación*

Describir claramente los detalles del muestreo y colocar esta descripción en forma apropiada en las tarjetas que acompañan a los frascos con las muestras de agua.

### *Embalaje y transporte*

Empacar convenientemente las muestras de agua para evitar la rotura de los envases y la contaminación del contenido; remitirlas lo antes posible al laboratorio para su análisis.

El Programa de Control de la Calidad del Agua de Consumo Humano considera la realización de una determinación de campo del cloro residual libre y eventualmente determinaciones de turbiedad y pH.

## **2. Recipientes y volúmenes**

En la obtención de las muestras de agua para la realización de los análisis respectivos, es necesario tener en cuenta una serie de cuidados, los mismos que están en función del tipo de muestra.

### *a) Bacteriológico*

El frasco para la toma de muestras bacteriológicas debe ser esterizable, preferentemente de vidrio, boca ancha, con tapa o tapón de cierre seguro y de una capacidad no menor a 120 mililitros.

### *b) Físico*

Los recipientes de muestreo empleados en este grupo de análisis pueden ser de plástico (polietileno o polipropileno) o de vidrio y de medio litro de capacidad. Deben ser lavados cuidadosamente con detergente y enjuagados con abundante agua.

### *c) Químico*

Los recipientes de muestreo empleados en este grupo de análisis pueden ser de plástico (polietileno o polipropileno) o de vidrio y de un litro de capacidad. El procedimiento de lavado es semejante al anterior, a excepción de que la limpieza con ácido debe ser más exhaustiva.

## **3. Selección de puntos de muestreo en la red**

El muestreo tiene por finalidad determinar la *calidad del agua en el sistema de abastecimiento*, bien sea en los componentes o a la altura del grifo del usuario o de algún otro punto de salida de agua destinado al consumo humano.

Por este motivo, es necesario seleccionar puntos de muestreo en la red de distribución que permitan tomar testigos representativos del agua existente y descartar aquellos puntos en el interior de viviendas que cuenten con almacenamiento privado. Los criterios generales que es necesario tomar en cuenta en la selección de los puntos de muestreo son los siguientes.

Dichos puntos deben:

- a) Representar al sistema de abastecimiento de agua en su conjunto y sus principales componentes.
- b) Representar *la calidad de las diferentes fuentes de abastecimiento de agua* para lo cual los puntos de muestreo deben ubicarse inmediatamente después de la salida de la planta de tratamiento o pozo de agua.
- c) Representar las condiciones de los lugares más desfavorables del sistema desde el punto de vista de la posible contaminación.

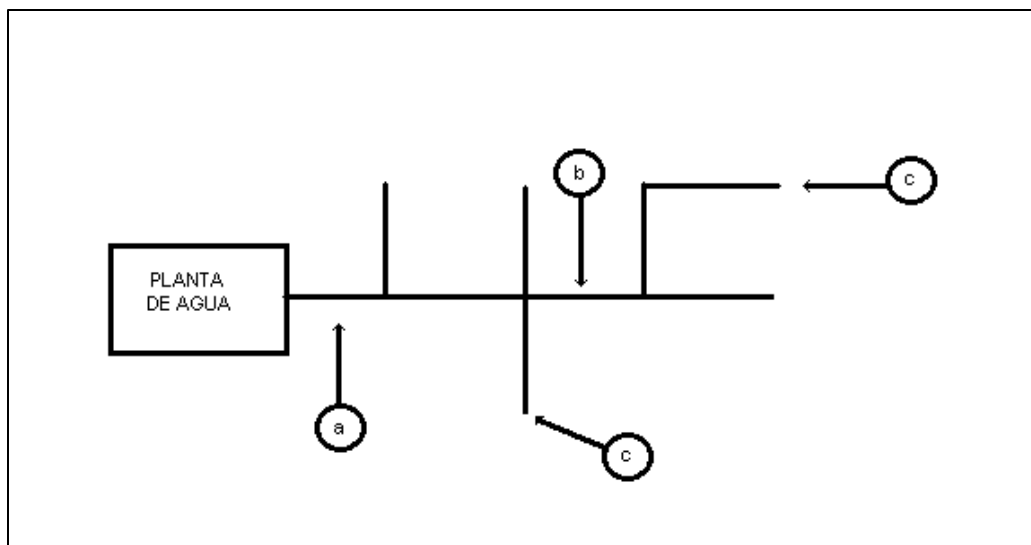
- d) Estar distribuidos uniformemente a lo largo y ancho del sistema de abastecimiento de agua.
- e) Considerar la presencia de los diferentes componentes (tanques de almacenamiento y/o cámaras de bombeo).
- f) Tener en cuenta el número de habitantes servidos por el sistema de abastecimiento.

Adicionalmente, los puntos de muestreo se seleccionan en función del tipo de sistema de distribución, los mismos que pueden ser abiertos, cerrados o mixtos.

- a) Los puntos de muestreo más representativos en sistemas de distribución del tipo abierto se ilustran en la Figura 1.
- b) Los puntos de muestreo más destacables en sistemas de distribución del tipo cerrado se muestran en la Figura 2.
- c) Los puntos de muestreo en sistemas de distribución del tipo mixto se seleccionan de acuerdo con lo indicado en la Figura 3.

Asimismo, deben considerarse los aspectos siguientes:

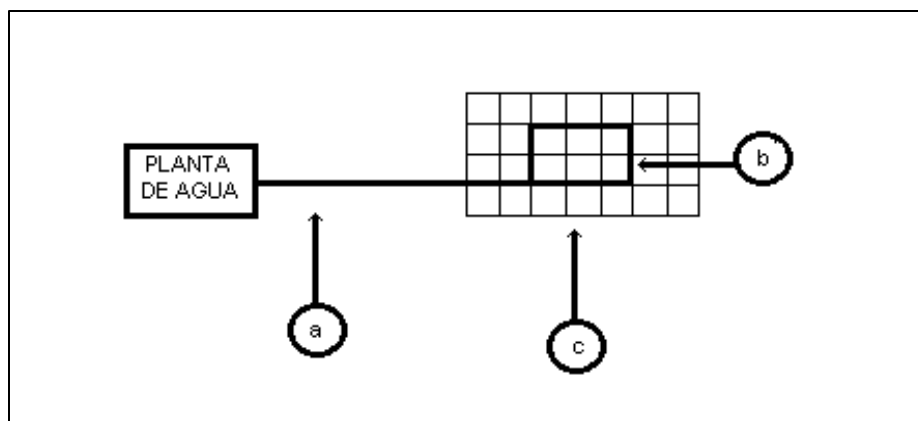
- a) Puntos críticos de la red tales como zonas con redes antiguas, zonas con antecedentes de rotura continua, zonas de baja presión o zonas expuestas a aniegos frecuentes.
- b) Áreas de alta densidad poblacional.
- c) Puntos de abastecimiento a camiones cisterna y recolección individual.
- d) Zonas de industrias alimenticias.
- e) Zonas de emergencia.
- f) Zonas de recreación o de reuniones masivas.



**Figura 1. Puntos de muestreo en sistemas de distribución del tipo abierto**

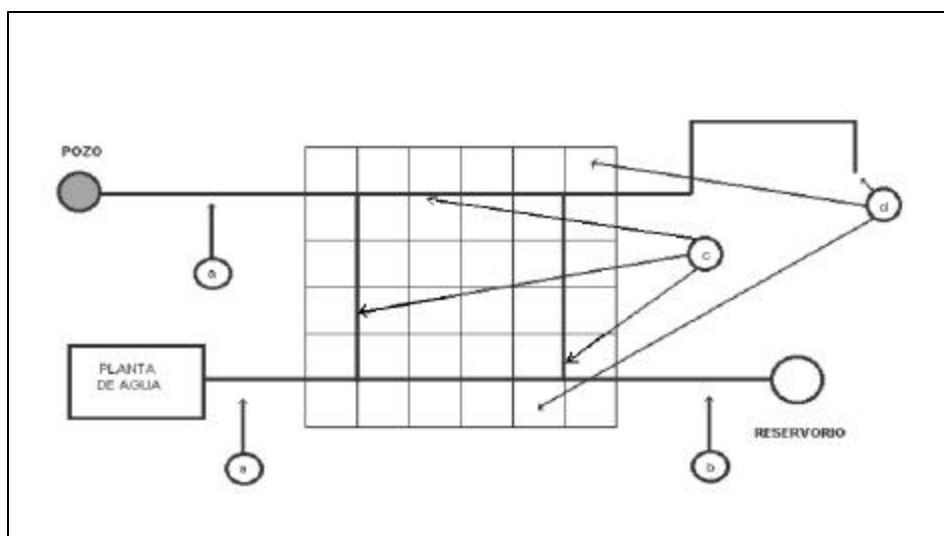
- (a) A la salida de la planta de tratamiento de agua. Indica la calidad del agua que entra al sistema de distribución.
- (b) En un punto intermedio y que sea representativo del agua en la tubería principal.
- (c) En uno o más puntos que sean representativos del agua en los extremos de la red de distribución.





**Figura 2. Puntos de muestreo en sistemas de distribución del tipo cerrado**

- (a) A la salida de la planta de tratamiento. Indica la calidad del agua que entra al sistema de distribución.
- (b) En un punto que sea representativo del agua en el circuito principal.
- (c) En puntos que sean representativos del agua en los circuitos secundarios o al extremo de la red de distribución de agua.



**Figura 3. Puntos de muestreo en sistemas de distribución del tipo mixto**

- (a) A la salida de la planta de tratamiento y/o pozos de agua. Indica la calidad del agua que entra al sistema de distribución.
- (b) A la salida de los componentes de almacenamiento.
- (c) En puntos que sean representativos del agua en el circuito principal.
- (d) En puntos que sean representativos del agua en los circuitos secundarios o al extremo de la red de distribución de agua.

#### 4. Recolección de muestras

##### *Generalidades*

La recolección o toma de muestras se ejecuta en función de los tipos de estructuras o puntos de muestreo. Estos pueden clasificarse del modo siguiente:

- Componentes
- Reservorios
- Tubería de aducción o impulsión
- Cisternas
- Red de distribución.

La toma de muestras en la red de distribución se hará a través de las conexiones domiciliarias enlazadas directamente con la red de distribución, piletas públicas o en las válvulas reductoras de presión o cualquier otro elemento situado en la propia red de distribución.

##### *Procedimientos*

Los cuidados de muestreo se realizan teniendo en cuenta el tipo de análisis. De este modo, los procedimientos aplicados son:

##### Bacteriológico

- Componentes (reservorios y cisternas)

- *Limpieza*

Remueva todo tipo de residuos ubicados alrededor de la tapa con la ayuda de una escobilla.

- *Retiro de la tapa*

Remueva la tapa cuidadosamente, teniendo la precaución de que no caiga al interior ningún tipo de residuo.

- *Apertura del frasco esterilizado*

Retire el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel, saque la cubierta y desenrosque el tapón.

- *Esterilización*

Con la ayuda de una llama encendida en una mota de algodón hidrófilo embebido en alcohol, esterilice la parte externa del frasco de muestreo.
- *Toma de muestra*

Luego de enfriado el frasco, con mucho cuidado introdúzcalo en la masa de agua sumergiéndolo hasta una profundidad de aproximadamente 20 centímetros.
- *Colocación del tapón*

Antes de colocar el tapón, vacíe una pequeña cantidad de agua para disponer de un espacio de aire, el cual, a su vez, facilitará la agitación de la muestra durante la etapa de análisis.

A continuación coloque el tapón en el frasco y la cubierta protectora de papel kraft. Sujétela en su lugar mediante el cordón.
- Red de distribución (conexiones domiciliarias, piletas, válvulas reductoras de presión)
  - *Limpieza del grifo*

Retire del grifo cualquier material que se encuentre adherido y que pueda causar salpicaduras. Utilizando una tela limpia, frote la boca de salida para quitar cualquier suciedad que pudiera existir en ella.
  - *Drenaje del grifo*

Abra la llave del grifo hasta que alcance su flujo máximo y deje correr el agua durante 1-2 minutos.
  - *Esterilización*

Antes de tomar la muestra de agua, cierre el grifo y esterilícelo durante un minuto con la llama encendida de una mota de algodón hidrófilo remojado en alcohol. Como alternativa puede utilizar un mechero de gas o encendedor.
  - *Drenaje del grifo antes del muestreo*

Abra el grifo cuidadosamente y permita que el agua fluya durante 1-2 minutos adicionales a bajo caudal como para llenar fácilmente el frasco de muestreo.
  - *Apertura del frasco esterilizado*

Desamarre el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel, saque la cubierta.

– *Toma de muestra*

Mientras mantiene la tapa en la mano, ponga inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua y llénelo. Deje un pequeño espacio de aire para facilitar la agitación durante la etapa de análisis.

– *Colocación del tapón al frasco*

Coloque el tapón en el frasco o enrosque la tapa fijando la cubierta protectora de papel en su lugar mediante el cordón.

*Químico*

En estos casos específicos, durante el muestreo se deben tener en cuenta los mismos cuidados indicados en el parte bacteriológica.

La única excepción está dada en el enjuague de los recipientes de muestreo durante el acto de la toma del testigo, el cual debe ejecutarse durante dos veces consecutivas antes de tomar la muestra definitiva. Luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis a ejecutar, se añade el preservante adecuado.

## **5. Preservación**

Es imposible precisar el tiempo que pueda transcurrir desde la toma de la muestra hasta su análisis. En líneas generales debe tenerse en cuenta lo siguiente:

*Bacteriológico*

Las muestras de agua potable de las que se sospeche que están ligeramente contaminadas y que no tienen ningún tipo de preservación (refrigeración), se pueden aceptar hasta dos horas entre el muestreo y el inicio del análisis. Las muestras refrigeradas deben ser analizadas dentro de las 24 horas después de ser tomadas.

*Químico*

Este grupo de análisis debe dividirse en dos partes: una primera conformada por cloruros, dureza total, sulfatos, nitrato, pH, conductividad y turbiedad, que solo requieren refrigeración y un período máximo de siete días entre el muestreo y el análisis.

El segundo grupo –representado por aluminio, hierro y manganeso– requiere para su preservación la adición de 5 mililitros de ácido nítrico concentrado por litro de muestra y el tiempo entre muestreo y análisis puede ser de hasta tres meses. En el cuadro 1 se presentan los tipos de preservantes que deben ser empleados en la conservación de las muestras de agua.

**Cuadro 1. Recipientes y tipo de preservantes por grupo de determinaciones**

Determinación	Tipo de recipiente y volumen (*)	Preservante
<b>Bacteriológico</b> Coliforme total Coliforme termotolerante	V 120 mL	Refrigeración a 4 °C
<b>Físico</b> Color Turbiedad pH Conductividad	P, V 500 mL	Refrigeración a 4 °C
<b>Químicos no metálicos</b> Dureza total Nitrato Cloruros Sulfatos	P,V 500 mL	Refrigeración a 4 °C
<b>Químicos metálicos</b> Aluminio Hierro Manganeso	P,V 1.000 mL	Acido nítrico 5 mL/L

(\*) V = Vidrio

P = Plástico

## 6. Identificación

Una vez tomada la muestra de agua, la tarjeta de identificación de la muestra deberá ser llenada convenientemente, consignando todos los datos solicitados en ella.

En el Cuadro 2 se presentan los modelos de formularios que deben ser aplicados en el presente programa de control de calidad.

## 7. Embalaje y transporte

Las muestras que se remitan al laboratorio regional o al laboratorio central deberán ser embaladas adecuadamente en cajas resistentes.

El frasco o los frascos deberán ir acondicionados en el interior del embalaje de forma tal que no se presente la probabilidad de que choquen entre ellos y se rompan. En los casos en que sea necesario refrigerarlos, deberá tenerse en cuenta este aspecto, ya que es necesario considerar el espacio adicional para las mezclas refrigerantes o el hielo.

**Cuadro 2. Formulario para toma de muestras de agua y evaluación de la calidad del servicio. Red de distribución**

Número de muestra		Zona de abastecimiento	
Fecha		Urbanización	
Dirección		Hora	
<b>Lugar de muestreo</b>		<b>Continuidad</b>	
Fijo		Horas por día	
Aleatorio		Días por semana	
<b>Punto de muestreo</b>		<b>Determinaciones</b>	
Vivienda		Coliformes	
Colegio		Turbiedad	
Oficina pública		pH/Conductividad	
Local comercial		Físico/químico	
Industria alimentaria		Aluminio	
Industrias diversas		Cloro residual	
Red pública		<b>Tipo de muestra</b>	
<b>Presión</b>		Primera	
Presión		Confirmación	
Muestreador			

**Componentes**

Número de muestra		Código	
Fecha		Hora	
		<b>Determinaciones</b>	
<b>Punto de muestreo</b>		Coliformes	
Reservorio matriz		Turb/pH/Cond	
Reservorio de distribución		Físicoquímico	
Reservorio menor		Aluminio	
Estación elevadora		Cloro residual	
Cisterna		<b>Tipo de muestra</b>	
Reductora de presión		Primera	
Pozo		Confirmación	
Galería		Muestrador	
Manantial			

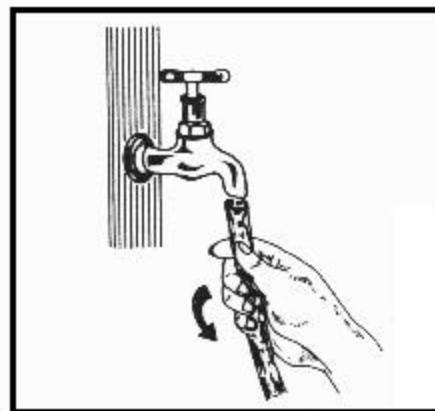
**Fuente de tratamiento**

Número de muestra		Código	
Fecha		Hora	
		<b>Determinaciones</b>	
<b>Punto de muestreo</b>		Coliformes	
Reservorio matriz		Turb/pH/Cond	
Tubería de alimentación		Físicoquímico	
<b>Fuente</b>		Aluminio	
Superficial		Cloro residual	
Subterránea		<b>Tipo de muestra</b>	
<b>Muestreador</b>		Primera	
		Confirmación	

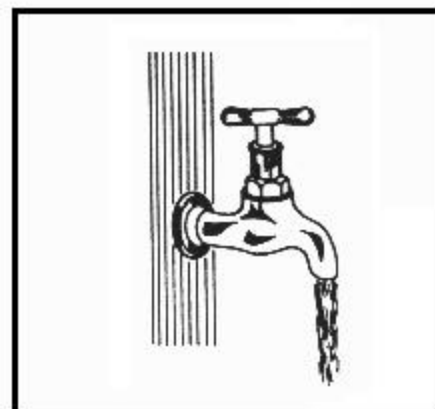
## 8. Métodos de muestreo

### 8.1 *Muestreo en grifos*

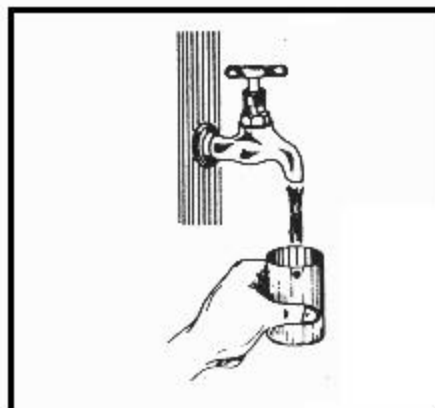
- a) Remueva cualquier dispositivo ajeno al grifo, como pedazos de manguera y otros objetos. Verifique que no existan fugas a través de los sellos o empaquetaduras del caño. De existir fugas, deberán ser reparadas antes de tomar una muestra para el análisis bacteriológico o seleccionar otro lugar de muestreo.



- b) Abra la llave y deje que el agua fluya durante uno a dos minutos, antes de tomar la muestra. Este procedimiento limpia la salida y descarga el agua que ha estado almacenada en la tubería.

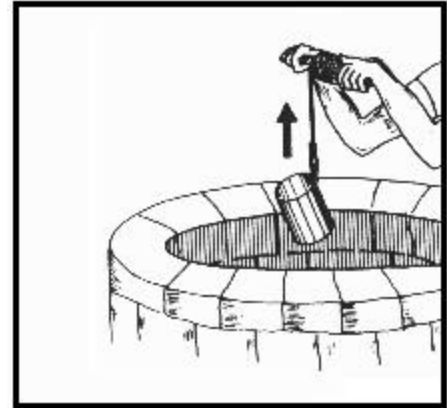


- c) Para las mediciones de turbiedad y cloro residual, enjuague tres veces consecutivas el frasco de muestreo antes de tomar la muestra definitiva. Proceda a efectuar el análisis de cloro residual y turbiedad. En el caso de muestras para análisis bacteriológicos, no debe enjuagar el frasco de muestreo y este debe ser estéril. Si el agua está clorada, el frasco de muestreo debe contener tiosulfato de sodio en un porcentaje determinado a fin de bloquear la acción del cloro. El frasco no se debe llenar completamente; es recomendable dejar un espacio de 1/3 de vacío a fin de homogeneizar la muestra. Tapar el frasco y cubrir con el capuchón de papel kraft.

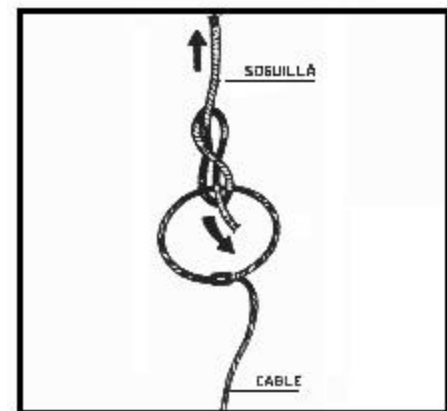


## 8.2 Muestreo en pozos abiertos o reservorios de almacenamiento

- a) Asegure el cable de muestreo al orificio del vaso de muestreo por medio del sujetador situado en un extremo del cable.

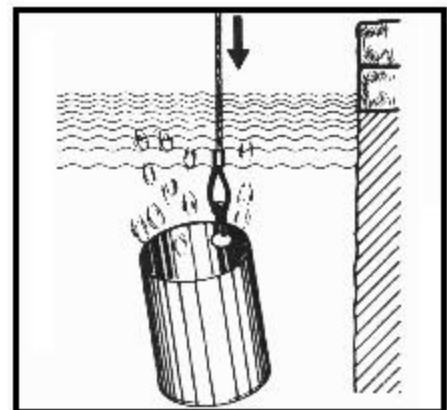


- b) Si fuera necesario, puede añadir otro pedazo de cordel o soguilla al cable para alcanzar el nivel de agua deseado. Tenga mucho cuidado de no perder el vaso de muestreo al realizar esta operación.



- c) Baje el vaso estéril de muestreo al pozo o reservorio, teniendo cuidado de no rozarlo contra las paredes de la estructura. Permita que el vaso se sumerja alrededor de 30 centímetros.

Eleve el vaso de muestreo con cuidado. Analice inmediatamente el cloro. Si el cloro libre excede de 0,5 miligramos por litro y no existe turbiedad no se justifica el análisis de coliformes termotolerantes (fecales). Si se nota la presencia de turbiedad y/o menos de 0,5 miligramos por litro de cloro libre, tome la muestra para el análisis de coliformes termotolerantes.







## **ANEXO 5**

# **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN**



**Programa del Curso de Capacitación en Toma de Muestras e Inspección Sanitaria**

<b>Hora</b>	<b>Tema</b>	<b>Tipo de sesión</b>
8.00 - 8.30	Inscripción	
8.30 – 8.45	Presentación de participantes y expectativas	Dinámica de grupo
8.45 – 9.15	Agua y salud	Exposición
9.15 – 10.00	Conceptos sobre control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano	Exposición
10.00 – 10.15	<b>Receso</b>	
10.15 – 10.45	Normas de calidad del agua para consumo humano	Exposición
10.45 – 11.30	Características de los servicios de abastecimiento de agua	Exposición
11.30 – 12.30	Inspección sanitaria	Exposición
12.30 – 13.30	<b>Almuerzo</b>	
13.30 – 14.00	Inspección sanitaria	Exposición
14.00 – 14.45	Técnicas sobre toma de muestras y preservación de las mismas	Exposición
14.45 – 15.30	Análisis de campo	Práctica
15.30 – 15.45	<b>Receso</b>	
15.45 – 16.45	Manejo e ingreso de datos	Práctica
16.45 – 17.30	Mesa redonda	Mesa redonda
17.30 – 17.45	Evaluación del curso-taller	Evaluación
17.45 – 18.00	Clausura	



## **ANEXO 6**

### **ZONAS DE ABASTECIMIENTO**



**Cuadro 1. Características de las zonas de abastecimiento, SEDACUSCO**

<i>Sistema</i>	<b>Kor-Kor</b>			<b>Jaquira</b>		<b>Santa Ana</b>							
<i>Zona de abastecimiento</i>	I	II	III	I	II	I	II	III	IV	V	VI	VII	
<i>Nombre</i>	El Arco	Villa María	Independencia	Zona VI	Zona VI	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona IV	Zona V	Zona VIII	Zona VIII	
<i>Zona hidráulica</i>	I	I	I	VI	VI	II	III	IV	IV	V	VIII	VIII	
Población total	7.600	7.600	3.900	8.000	11.600	7.600	6.300	15.000	11.700	10.800	16.400	5.000	111.500
Población servida													
<i>Fuente</i>													
Superficial	---	---	---	PTA-002	PTA-002	PTA-001	PTA-001	PTA-001	PTA-001	PTA-001	PTA-001	PTA-001	
Subterránea													
Pozo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Galería	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Manantial	MN-002	MN-002	MN-002	MN-003	MN-003	---	---	---	---	---	---	---	
<i>Componentes</i>													
Reservorio matriz	R-32	R-32	R-32	R-39	R-39	R-3	R-3	R-3	R-3	R-3	R-3	R-3	
Reservorios de distribución	---	R-33	R-35	---	---	---	---	R-4-1	R-4-2	R-2	---	R-7/R-8	
Estación elevadora	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Cisterna	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Reductora de presión	---	---	---	---	---	RP-006	RP-003	---	---	---	RP-002	---	
<i>Nivel de servicio</i>													
Conexiones domiciliarias	99	99	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	
Piletas	1	1	1	1	1	---	---	---	---	---	---	---	
Camión cisterna	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Microzonas hidráulicas	1	1	1	1	1	2	3	1	1	2	8	9(VIII) - 15(IX)	
<i>Sistema</i>	<b>Mixto</b>			<b>Salkantay</b>		<b>Vilcanota</b>							
<i>Zona de abastecimiento</i>	I	II		IV		I	II	III	IV	V	VI		
<i>Nombre</i>	Zona IX	Zona IX		Zona X		Zona IX	Zona VII	Zona VII	Zona XI	Zona XI	Zona XI		
<i>Zona hidráulica</i>	IX	IX		X		IX	VII	VII	S. Sebastián	Ununchis	Larapa		
Población total	16.400	15.000		13.700		17.200	16.400	16.000	15.000	10.200	15.200	135.100	246.600
Población servida													
<i>Fuente</i>													
Superficial	PTA-1	PTA-1		---		---	---	---	---	---	---	---	
Subterránea													
Pozo	PZ-001/004	PZ-001/004		---		PZ-001/004	PZ-001/004	PZ-001/004	PZ-001/004	PZ-001/004	PZ-001/004	PZ-001/004	
Galería	---	---		GF-001		---	---	---	---	---	---	---	
Manantial	---	---		---		---	---	---	---	---	---	---	
<i>Componentes</i>													
Reservorio matriz	R-12	R-12		R-17		R-12	R-12	R-12	R-12	R-12	R-12		
Reservorios de distribución	R-1	R-1		---		R-13	R-5-1	R-5-2	R-10	R-42	R-48		
Estación elevadora	---	---		---		EB-002/EB-003	EB-002/EB-004	EB-002/EB-005	EB-002/EB-006	EB-002/EB-007	EB-002/EB-008		
Cisterna	---	---		---		CT-002/CT003	CT-002/CT004	CT-002/CT005	CT-002/CT006	CT-002/CT007	CT-002/CT008		





## **ANEXO 7**

### **NÚMERO DE MUESTRAS**



## 1. Alcances

En el marco de la *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*, de las directivas del ente regulador (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS]), la Empresa Prestadora de Servicios de Agua y Saneamiento del Cusco (SEDACUSCO), ha procedido a reformular su programa de control de calidad el agua para consumo humano.

La ciudad del Cuzco tiene una población de aproximadamente 245.000 habitantes y es atendida por cinco diferentes fuentes de abastecimiento de agua (Kor Kor, Jaquira, Salkantay, Piuray y Vilcanota) y la red de distribución ha sido dividida por la oficina de operaciones en 11 zonas de presión. El sistema de abastecimiento de agua cuenta con plantas de tratamiento, pozos perforados, galerías filtrantes, manantiales, reservorios matrices, reservorios de distribución medianos y pequeños, estaciones de bombeo, cisternas y reductoras de presión (véase el anexo 3 para detalles).

Sobre la base de las características físicas de la red de distribución y del número de componentes, se procedió a la delimitación de las zonas de abastecimiento, definidas como *“cada una de las partes en que la red de distribución se subdivide teniendo en consideración la presencia de condiciones homogéneas de calidad y presión de agua, y/o de operación relacionados con el funcionamiento de la planta de tratamiento de agua, pozos, galerías, manantiales, reservorios, cámara de bombeo, o cualquier otro elemento propio del sistema de distribución, y en el que no deban residir más de un número determinado de personas, según estimaciones del abastecedor”*. En el presente caso, el ente regulador ha establecido que el número de residentes en cada zona de abastecimiento no debe ser mayor a 20.000 habitantes.

## 2. Número de muestras y frecuencia

Para asegurar que el sistema de abastecimiento de agua potable satisfaga los requerimientos del ente regulador, se ha tenido como referencia el cuadro 1 del anexo 2, en donde se indican las determinaciones que deben ser realizadas y el número de muestras que se deben tomar por año en la de salida de plantas de tratamiento, reservorios y red de distribución, así como la zonificación de la red de distribución y que se presenta en el anexo 6.

Adicionalmente, en la definición del número de muestras se ha tenido en cuenta:

- a) La fuente subterránea conformada por el manantial Kor Kor, por descargar a un reservorio de distribución, fue considerada como reservorio por corresponderle un mayor número de muestras.
- b) La fuente subterránea conformada por el manantial Jaquira, por ser sus aguas tratadas en la planta del mismo nombre, fue considerada como salida de planta a pesar de que la muestra será tomada en el reservorio de distribución que es alimentada por la referida planta.

- c) La salida de la planta de tratamiento de Santa Ana ha sido considerada como tal a pesar de que la muestra será tomada a la salida del reservorio matriz que es alimentado por referida planta.
- d) Los reservorios restantes mayores de 120 metros cúbicos serán tratados como tales.
- e) Las zonas de presión fueron tomadas como referencia para la identificación de las zonas de abastecimiento, para lo cual algunas de ellas fueron subdivididas de modo que su número de habitantes no supere las 20.000 personas.

En resumen, se consideraron dos salidas de plantas de tratamiento, 14 reservorios y 21 zonas de abastecimiento.

En el cuadro 1 se resume el número de determinación analítica en función de las partes principales del sistema de abastecimiento de agua.

**Cuadro 1. Número de determinaciones analíticas en el año, SEDACUSCO**

Determinaciones	Salida de fuentes		Reservorios	Red de distribución	Total
	Subterráneas	Superficiales			
Coliformes totales	0	104	168	252	524
Coliformes termotolerantes	0	104	168	252	524
Turbiedad	0	730	168	1.092	1.990
pH	0	730	168	546	1.444
Conductividad	0	730	56	546	1.444
Dureza total	0	8	56	42	106
Cloruros	0	8	56	42	106
Sulfatos	0	8	56	42	106
Nitrato	0	8	56	42	106
Color	0	8	56	42	106
Hierro	0	8	56	42	106
Manganeso	0	8	56	42	106
Aluminio	0	24	0	42	66

En relación con el número de determinaciones de cloro residual libre, se ha tenido en cuenta la directiva del ente regulador indicada en el cuadro 2 del anexo 2, lo que da como resultado el número de muestras indicado en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2. Número de determinaciones de cloro residual en el año, SEDACUSCO**

Salida de fuentes		Reservorios	Red de distribución	Total
Subterráneas	Superficiales			
0	2920	6.205	7.665	16.790

### 3. Costo

En el cuadro 3 se presenta el costo unitario que demanda la realización de cada uno de los análisis, conjuntamente con el costo por cada una de las partes del sistema de abastecimiento de agua y el costo total, el mismo que asciende a US\$ 13.125.

Se estima que la toma de muestras de agua y otro tipo de gastos operativos puede representar unos US\$ 20.000, lo que llevaría a que el costo total del programa de control de calidad del agua para consumo humano en la ciudad del Cuzco ascendería a aproximadamente US\$ 33.000 por año y que dividido entre las personas atendidas por el servicio de agua, que suman 245.000, representaría un costo por persona de 14 centavos de dólar por año o su equivalente a ocho centavos de dólar por familia y por mes.

**Cuadro 3. Costo por determinaciones analíticas  
(expresado en US\$)**

Determinaciones	Costo unitario US\$	Salida de fuentes	Reservorios	Red de distribución	Total
Coliformes totales	5,00	520	840	1.260	2.620
Coli. termotolerantes	5,00	520	840	1.260	2.620
Turbiedad	0,50	365	84	546	995
pH	0,50	365	84	273	722
Conductividad	0,50	365	84	273	722
Dureza total	1,50	12	84	63	159
Cloruros	2,00	16	112	84	212
Sulfatos	5,00	40	280	210	530
Nitrato	5,00	40	280	210	530
Color	1,00	8	56	42	106
Hierro	5,00	40	280	210	530
Manganeso	5,00	40	280	210	530
Aluminio	5,00	120	0	210	330
Cloro residual	0,15	438	931	1.150	2.519
<b>Total</b>		<b>2.889</b>	<b>4.235</b>	<b>6.001</b>	<b>13.125</b>



## **ANEXO 8**

# **FORMULARIOS EMPLEADOS EN LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**









## **ANEXO 9**

# **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE DATOS**



## **1. Introducción**

Las diferentes actividades que ejecuta el personal dedicado a las acciones de control de la calidad del agua deben ser evaluadas con la finalidad de asegurar la calidad de los datos obtenidos durante todo el trabajo de campo. Esta evaluación se puede efectuar por medio de la aplicación del Formulario E-1, el cual permite calificar el desempeño de las personas responsables a través de cinco etapas:

- Número de evaluaciones ejecutadas
- Consistencia de los resultados
- Número de supervisiones directas
- Número de verificaciones en el campo
- Calidad del trabajo de campo.

## **2. Número de evaluaciones ejecutadas (1)**

En el Formulario E-1, a continuación del nombre del supervisor, se indica, para cada tipo de formulario, qué empleado ha desarrollado las labores bajo su responsabilidad y qué número de formularios ha llenado durante el mes.

## **3. Consistencia de los resultados (2)**

El supervisor debe revisar minuciosamente las respuestas de cada uno de los diferentes tipos de formularios llenados y remitidos por el personal encargado de las labores de control en el campo.

La revisión debe consistir en determinar si la persona responsable por el trabajo de campo ha respondido correctamente a todas las preguntas de los formularios aplicados en tomas de muestras o inspección sanitaria y si al entender del supervisor, las respuestas resultan ser confiables y coherentes con la realidad.

La aceptación o rechazo del formulario se realiza teniendo en cuenta, en primer lugar, el número de respuestas obligatorias y luego el nivel de confiabilidad de ellas.

Si el número de respuestas obligatorias realizadas en cada uno de los formularios no han sido absueltas totalmente, se procede a devolver el formulario para que el responsable complete los datos faltantes.

Con respecto a la confiabilidad de los resultados, se cuantificará cada una de las respuestas poco consistentes en los formularios y se procederá a aceptarlo o rechazarlo de acuerdo con el siguiente criterio:

Si en cada lote de formularios se encuentra que el número de intervenciones o formularios realizados es igual o menor al número de “aceptación”, toda la información se

acepta. En caso contrario, se devuelve todo el lote a la persona encargada del trabajo de campo para su revisión.

Número de preguntas por formulario revisado	Número de preguntas con respuestas dudosas o erróneas	
	<i>Aceptación</i>	<i>Rechazo</i>
6 – 8	0	1
9 – 12	1	2
13 – 20	2	3
21 – 30	3	4
31 – 42	4	5
43 – 65	5	6

En la línea 2 del formulario E-1 se coloca si los formularios fueron aceptados (A) o rechazados (R).

#### **4. Número de supervisiones directas (3)**

Corresponde al número de veces en que el supervisor colaboró o controló al personal responsable en el llenado de los formularios. Esta actividad también se conoce como *supervisión directa* y *capacitación de campo*. Al efecto, se coloca en la fila correspondiente y por cada tipo de formulario, el número de formularios que controló el supervisor o en cuyo llenado colaboró.

#### **5. Número de verificaciones ejecutadas en el campo (4)**

El supervisor está obligado a verificar el trabajo del personal encargado de la recolección de los datos de campo, para lo cual selecciona al azar diez por ciento de un determinado tipo de formulario para cotejarlo con la realidad y apreciar la calidad del trabajo realizado por el personal responsable.

Al efecto, el supervisor anotará, por tipo de formulario, el número de formularios seleccionados y verificados en el campo.

#### **6. Calidad del trabajo de campo (5)**

Este valor se determina para los formularios seleccionados y verificados por el supervisor en el campo (paso 4).

Al efecto, en la fila 5, el supervisor anota el porcentaje de errores cometidos por el personal encargado de la recolección de los datos en el campo y referidos exclusivamente al número de preguntas contestadas.

El rechazo de la información se produce si el porcentaje de respuestas erróneas es superior al diez por ciento (10%).

Ejemplo:

El supervisor evaluó tres formularios del tipo M-2, en el cual se contestaron 60 preguntas por formulario y se cometieron cuatro, seis y cinco errores respectivamente. El error se determina:

$$\frac{4 + 6 + 5}{3 \times 60} \times 100 = 8,3 \%$$

Número de formulario    Preguntas por formulario



**Aseguramiento de la calidad de datos**

Fecha de reporte \_\_\_\_\_

Supervisor \_\_\_\_\_

Indicar el número de intervenciones por tipo de formularios realizadas por cada persona

Nombre de la persona evaluada	Evaluación (1)	Formulario*					
		IS-1	IS-2	IS-3	IS-4	IS-5	IS-6
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						

- (1)
1. Número de formularios completados en el mes y por cada tipo
  2. Consistencia de los resultados (A = Aceptado; R = Rechazado)
  3. Supervisión directa (número de formularios supervisados)
  4. Verificación en campo (número de formularios verificados)
  5. Calidad del trabajo (porcentaje)

\* Formularios de inspección sanitaria y otros sujetos a validación.

## **APÉNDICE C**

### **VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

#### **ESTUDIO DE CASO: CUZCO, PERÚ**



## CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>1. Antecedentes</b> .....	223
<b>2. Introducción</b> .....	223
<b>3. Justificación</b> .....	224
<b>4. Objetivos</b> .....	225
4.1 Objetivo general.....	225
4.2 Objetivos específicos.....	225
<b>5. Estrategia</b> .....	226
<b>6. Indicadores</b> .....	226
6.1 Calidad del agua.....	227
6.2 Calidad del servicio .....	227
6.3 Estado de conservación de los componentes del servicio de abastecimiento.....	228
6.4 Hábitos de higiene.....	228
6.5 Gestión de los servicios de abastecimiento .....	229
6.6 Enfermedades diarreicas e infecciones de la piel.....	229
6.7 Calificación del servicio.....	230
<b>7. Procedimiento metodológico</b> .....	230
7.1 Consideraciones previas.....	230
7.2 Planificación y ejecución.....	233
7.3 Aseguramiento de la calidad de datos .....	234
<b>8. Referencias</b> .....	235
<b>Lista de anexos</b>	
<b>Anexo 1 Responsabilidades</b> .....	237
<b>Anexo 2 Implementación y complementación de laboratorios</b> .....	241
<b>Anexo 3 Parámetros y frecuencias de muestreo</b> .....	245
1. Introducción.....	247
2. Requisitos físicos, químicos y bacteriológicos .....	247
3. Frecuencia de muestreo.....	247
4. Cloro residual.....	247
5. Calidad del servicio de abastecimiento de agua .....	249
<b>Anexo 4 Evaluación del servicio de abastecimiento de agua (Formularios varios e instructivas para su llenado)</b> .....	251

<b>Anexo 5</b>	<b>Toma de muestras, preservación y reporte de resultados .....</b>	<b>275</b>
1.	Introducción.....	277
2.	Recipientes y volúmenes.....	278
3.	Selección de puntos de muestreo en la red.....	280
4.	Recolección de muestras.....	283
5.	Identificación.....	287
6.	Preservación .....	287
7.	Embalaje y transporte .....	288
8.	Reporte de resultados.....	288
<b>Anexo 6</b>	<b>Programa de capacitación.....</b>	<b>291</b>
<b>Anexo 7</b>	<b>Flujo de información .....</b>	<b>295</b>
1.	Introducción.....	297
2.	Reporte de resultados.....	297
3.	Planificación.....	298
4.	Flujo de información.....	298
5.	Notificación y seguimiento.....	300
<b>Anexo 8</b>	<b>Localidades incluidas en la evaluación .....</b>	<b>307</b>
<b>Anexo 9</b>	<b>Determinación del número de muestras .....</b>	<b>315</b>
1.	Alcances.....	317
2.	Esquema de trabajo.....	317
3.	Número de muestras y frecuencia.....	317
4.	Cronograma de vigilancia de sistemas de agua (203 sistemas construidos por DIGESA-COSUDE).....	318
5.	Presupuesto .....	319
<b>Anexo 10</b>	<b>Acta de inspección sanitaria .....</b>	<b>327</b>
<b>Anexo 11</b>	<b>Aseguramiento de la calidad de datos .....</b>	<b>331</b>
1.	Introducción.....	333
2.	Número de evaluaciones ejecutadas (1).....	333
3.	Consistencia de los resultados (2) .....	333
4.	Número de supervisiones directas (3) .....	334
5.	Número de verificaciones ejecutadas en el campo (4) .....	334
6.	Calidad del trabajo de campo (5) .....	334
<b>Lista de cuadros</b>		
<b>Anexo 2</b>		
Cuadro 1	Implementación y complementación de laboratorios .....	243
<b>Anexo 3</b>		
Cuadro 1	Parámetros bacteriológicos.....	247
Cuadro 2	Parámetros que afectan la salud .....	248
Cuadro 3	Parámetros que afectan la aceptabilidad del agua .....	248

Cuadro 4	Frecuencia de muestreo (en la planta de tratamiento, fuentes de agua subterránea y reservorios de servicio).....	249
Cuadro 5	Frecuencia de muestreo (en la red de distribución).....	249
Cuadro 6	Frecuencia de evaluación.....	250
<b>Anexo 4</b>		
Formulario M-1	Formulario de registro de la comunidad.....	254
Formulario M-2	Formulario para evaluar la gestión y la cobertura.....	255
Formulario M-3	Formulario para evaluar el estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua.....	256
Formulario M-4	Formulario para toma de muestras de agua y evaluación de la calidad del servicio.....	259
Formulario M-5	Formulario para verificar los hábitos de higiene y la presencia de enfermedades en la comunidad.....	260
Formulario M-6	Formulario para verificar los hábitos de higiene de la población escolar....	262
<b>Anexo 5</b>		
Cuadro 1	Recipientes y tipos de preservantes por grupo de determinaciones.....	287
Formulario L-1	Reporte de análisis en muestras de agua.....	289
Formulario L-2	Reporte de análisis fisicoquímico en muestras de agua.....	290
<b>Anexo 7</b>		
Formulario N-1	Carta - Ref: Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.....	302
Formulario N-2	Carta - Ref: Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.....	303
Formulario S-1	Resumen de actividades realizadas durante el trimestre.....	304
Formulario S-2	Resumen de actividades realizadas durante el trimestre.....	305
<b>Anexo 8</b>		
Cuadro 1	Sistema de abastecimiento de agua, proyecto SANBASUR.....	309
<b>Anexo 9</b>		
Cuadro 1	Análisis que se requieren en los tres años previstos para el control y la vigilancia de la calidad del agua.....	318
Cuadro 2	Cronograma de actividades.....	318
Cuadro 3	Costo del análisis.....	319
Cuadro 4	Plan de muestreo para la vigilancia de la calidad del agua. Administraciones y sistemas de abastecimiento de agua. Proyecto SANBASUR (2001).....	321
Cuadro 5	Resumen de los sistemas de abastecimiento de agua. Proyecto SANBASUR. Subterráneo y superficial.....	322
Cuadro 6	Número de muestras para análisis fisicoquímico subterráneo, 2001.....	323
Cuadro 7	Número de muestras para análisis fisicoquímico superficial, 2001.....	323
Cuadro 8	Número de muestras para análisis de cloro residual subterráneo, 2001.....	324
Cuadro 9	Número de muestras para análisis de cloro residual superficial, 2001.....	324
Cuadro 10	Proyecciones.....	325
<b>Anexo 10</b>		
Formulario	Acta de inspección sanitaria del sistema.....	329

<b>Anexo 11</b>		
Formulario E-1	Aseguramiento de la calidad de datos .....	336

**Lista de figuras**

<b>Anexo 5</b>		
Figura 1	Criterio de decisión para la ejecución del análisis de coliformes .....	278
Figura 2	Frasco de muestreo.....	279
Figura 3	Puntos de muestreo en sistemas de distribución abiertos.....	281
Figura 4	Puntos de muestreo en sistemas de distribución cerrados.....	282
Figura 5	Puntos de muestreo en sistemas de distribución mixtos .....	282
<b>Anexo 7</b>		
Figura 1	Flujo de información. Vigilancia de la calidad de los servicios de abastecimiento de agua .....	299
<b>Anexo 9</b>		
Figura 1	Plan de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Proyecto SANBASUR.....	320

## 1. Antecedentes

Antes de la aparición del cólera en el Perú en 1991, casi todos los países de América Latina y el Caribe concentraban su atención en la cantidad antes que en la calidad del agua. Hoy en día, existe un mayor interés de las autoridades en el mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano y se presta mayor atención a los aspectos de vigilancia y control. Muchos países se han visto motivados para ejecutar programas de vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano como parte de las intervenciones de salud ambiental destinadas a prevenir la transmisión de las enfermedades gastrointestinales.

La calidad del agua para consumo humano tiene una fuerte incidencia en la salud de las personas, como consecuencia de que el agua sirve como vehículo de transmisión de muchos microorganismos de origen gastrointestinal y patógenos al hombre. Entre los agentes patógenos de mayor representatividad y que pueden estar presentes en el agua, se tiene a las bacterias, virus y, en menor cuantía, a los protozoos y helmintos. Estos microorganismos difieren ampliamente en tamaño, estructura y constitución, lo que explica que su supervivencia en el ambiente, y su resistencia a los procesos de tratamiento difieran significativamente.

Otro factor de gran importancia está dado por la conservación de la calidad del agua en el sistema de distribución, que se encuentra ligada con: a) estado de conservación de la infraestructura física de la red de distribución; b) administración del sistema; y c) manejo intradomiciliario del agua. De manera complementaria, también cabe mencionar la cantidad, la continuidad, la cobertura y el costo, que en conjunto permite calificar la calidad e identificar la calidad del servicio del sistema de abastecimiento de agua.

## 2. Introducción

El agua de consumo humano ha sido definida en las *Guías para la calidad del agua potable* de la Organización Mundial de la Salud (OMS) como "*adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal*". Está implícito en esta definición el requerimiento de que el agua no debe presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud humana.

La calidad microbiológica del agua para consumo humano es de gran importancia primaria y el monitoreo de un indicador bacteriano tal como el coliforme total y el coliforme termotolerante debe tener la más alta prioridad. Por otra parte, la contaminación química también es importante, pero ella no está asociada con efectos agudos sobre la salud humana y tiene una menor prioridad a corto plazo que la contaminación bacteriológica, dado que muchas veces resulta irrelevante en zonas donde enfermedades microbianas relacionadas con el agua y enfermedades parasitarias, muestran elevados índices de prevalencia.

Cuando el agua de calidad apta para el consumo humano entra al sistema de distribución, puede deteriorarse antes de llegar al consumidor. Este deterioro puede ser causado por conexiones cruzadas; retrosifonaje; rotura de las tuberías; mal estado de conexiones domiciliarias, cisternas, reservorios e hidrantes; y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin



medidas de seguridad. Otro factor de contaminación, de gran importancia en los países en vías de desarrollo donde existe déficit de agua, es la interrupción del sistema de abastecimiento, como resultado de la práctica de rotación del servicio de una a otra área de abastecimiento.

Por otra parte, en sistemas de baja confiabilidad, la constante interrupción del servicio de abastecimiento de agua, conduce al deterioro de la calidad física, química y principalmente bacteriológica del agua a nivel intradomiciliario, a causa de su manejo y almacenamiento inadecuado.

Los conceptos y procedimientos que se indican en el presente documento están basados en las Guías de Vigilancia y Control del Agua para Consumo Humano desarrollada por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS) con el apoyo financiero de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) (véase la parte 1 de este documento). A fin de validar la referida metodología en el medio rural, el CEPIS acordó con el proyecto de Saneamiento Básico de la Sierra Sur (SANBASUR) la realización de un proyecto piloto en la Región de Salud del Cuzco donde SANBASUR está apoyando la construcción de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento en cooperación con el Ministerio de Salud, específicamente con la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental del Cuzco (DESA-CUZCO).

La metodología que será implementada está dirigida a determinar el estado sanitario de los servicios rurales de abastecimiento de agua, a través de la evaluación de: a) calidad del agua de consumo humano; b) estado de conservación de los componentes del sistema; c) calidad o nivel del servicio; d) hábitos de higiene; e) estado de la gestión o administración del sistema de abastecimiento de agua; y f) enfermedades relacionadas con el agua, para finalmente concluir con la calificación del servicio.

### **3. Justificación**

Está ampliamente documentado el modo en que el estado de la infraestructura afecta la calidad del agua para consumo humano. Los defectos o deficiencias de la infraestructura pueden ser consecuencia del mal diseño, mala construcción o problemas en la supervisión de la construcción, mal mantenimiento o consecuencias de efectos naturales o humanos, caso de terremotos, o desórdenes civiles que conducen a que las estructuras del sistema de abastecimiento de agua no sean capaces de proteger y mantener la calidad del agua de consumo humano.

Otro factor de importancia es la postura de la comunidad frente al sistema de abastecimiento de agua. A este respecto deben identificarse dos componentes fundamentales y fuertemente relacionados: a) la organización encargada de la administración y b) la respuesta de los usuarios. A fin de lograr la sostenibilidad del servicio de abastecimiento de agua, se requiere que la comunidad interesada cuente con una organización funcional encargada de administrar y operar el sistema de abastecimiento de agua de modo que preste un adecuado servicio, para lo cual debe contar con personas capacitadas en administración, operación, mantenimiento y difusión de mensajes educativos hacia la población beneficiada. Por otra parte, la comunidad

debe estar en capacidad de reconocer el servicio recibido y efectuar un pago justo y equitativo por él, de modo que se pague a los miembros de la organización funcional encargados de las labores administrativas y técnicas, y que se adquieran los insumos y materiales necesarios para la adecuada operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua.

La calidad del servicio es un factor de suma importancia en el mejoramiento del nivel de salud de la población beneficiada, por lo que debe atender en forma eficiente y efectiva a la totalidad de la población. Sin embargo, la mayor parte de las veces se encuentra que el servicio tiene cobertura restringida o muy poca continuidad, lo que conduce a que una parte de la población tenga que recurrir a otras fuentes de agua o a almacenarla para atender sus necesidades básicas. Este hecho causa el deterioro de la calidad del agua para consumo humano con la consiguiente exposición de las personas a contraer enfermedades transmisibles relacionadas con ella.

Finalmente, la calidad del servicio coadyuva al mejoramiento de la salud de la población porque mejora los hábitos de higiene. Poblaciones con pobres hábitos sanitarios están más expuestas a contraer enfermedades transmisibles que aquellas con mejores hábitos de higiene. Por ello, se ha considerado dentro de la metodología de vigilancia de la calidad del agua en el ámbito rural la evaluación de los hábitos de higiene como un medio para identificar las acciones de educación sanitaria tendientes al mejoramiento de los mismos.

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo general**

Establecer las bases para implementar un programa de vigilancia de la calidad de los servicios rurales de abastecimiento de agua ejecutados por el Proyecto SANBASUR en la Región de Salud del Cuzco, a fin de determinar el estado sanitario de los mismos.

### **4.2 Objetivos específicos**

- a) Determinar la calidad del agua para consumo humano;
- b) establecer la calidad del servicio de abastecimiento de agua;
- c) determinar el grado de deficiencias de los componentes de los sistemas de abastecimiento de agua;
- d) determinar los hábitos de higiene de las poblaciones atendidas por los servicios de abastecimiento de agua;
- e) precisar el estado de la gestión de los sistemas de abastecimiento de agua;
- f) determinar la prevalencia de enfermedades diarreicas agudas y de la piel, y
- g) calificar el servicio de abastecimiento de agua.

## **5. Estrategia**

Los objetivos se alcanzarán por medio de los siguientes pasos:

- La determinación de la calidad del agua en el sistema de distribución se hará por medio de la evaluación física, química y bacteriológica del agua, desde la captación hasta la conexión domiciliaria o punto de abastecimiento comunitario (pileta o pozo).
- La definición de la calidad del servicio se determinará mediante dos grupos de preguntas: uno dirigido a los miembros de la Junta Administradora del Servicio de Saneamiento y el otro, a la población usuaria del servicio de abastecimiento de agua.
- La definición de la calidad del servicio se determinará mediante dos grupos de preguntas: uno dirigido a los miembros de la Junta Administradora del Servicio de Saneamiento y el otro, a la población usuaria del servicio de abastecimiento de agua.
- La cuantificación del estado y grado de conservación de infraestructura que conforma el servicio de abastecimiento de agua se evaluará por medio de la inspección directa de los principales componentes del sistema, a fin de identificar los defectos que inciden en la conservación de la calidad del agua para consumo humano.
- La determinación de los hábitos de higiene de la población beneficiada por el servicio de abastecimiento de agua se efectuará mediante la aplicación de guías de verificación a un número determinado de usuarios seleccionados en forma aleatoria. El número de usuarios será definido mediante la aplicación de la teoría de muestreo.
- La gestión del sistema de abastecimiento de agua será evaluada a través del análisis del trabajo ejecutado por cada uno de los miembros de la Junta Administradora del Servicio de Saneamiento.
- La prevalencia de las enfermedades diarreicas y de la piel se verificará mediante encuestas aplicadas aleatoriamente entre la población atendida.
- La calificación del servicio se ejecutará a partir de la ponderación de los indicadores vinculados con la calidad del agua y la calidad del servicio de abastecimiento de agua, entre otros.

El levantamiento de la información se obtendrá mediante la aplicación de cinco instrumentos, los mismos que abarcan los cinco campos de interés; es decir: a) calidad de agua y calidad de servicio; b) estado de la infraestructura; c) hábitos de higiene y prevalencia de enfermedades diarreicas agudas y de la piel; d) estado de la gestión; y e) aspectos relativos a la comunidad o centro poblado. El cuestionario de preguntas será aplicado por el personal de los establecimientos de salud periféricos de la DESA-Cuzco.

## **6. Indicadores**

De acuerdo con los objetivos indicados anteriormente, los indicadores de resultados que se obtendrán en el programa de vigilancia de los servicios rurales de abastecimiento de agua son: a) calidad del agua; b) continuidad, cobertura y usos del agua (calidad del servicio); c) estado de conservación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua; d) hábitos de higiene;

e) estado de la gestión o administración; y f) enfermedades diarreicas agudas e infecciones de la piel, lo que se complementará con la calificación del servicio de abastecimiento de agua.

### **6.1 Calidad del agua**

El agua distribuida a través de los sistemas de abastecimiento debe ser inocua. Para ello, la calidad del agua debe cumplir con las condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas establecidas por la autoridad de salud, de tal manera que el consumo no dañe la salud de los usuarios.

En el caso específico de los sistemas rurales de abastecimiento de agua los parámetros analíticos han sido seleccionados teniendo en cuenta aspectos como: a) accesibilidad a la comunidad, b) características típicas de los sistemas rurales, y c) disponibilidad de recursos económicos, humanos y materiales. Al efecto, se ha considerado conveniente que la evaluación de la calidad del agua priorice la realización de un grupo de parámetros básicos relacionados con las enfermedades transmitidas por vía hídrica y recomendados por la OMS tales como: turbiedad, pH, cloro residual y coliformes termotolerantes (coliformes fecales).

Adicionalmente, se ha considerado la realización esporádica de determinaciones fisicoquímicas con el fin de tener un mejor conocimiento de la calidad de agua consumida por la población rural atendida por los servicios comunitarios de abastecimiento de agua. Asimismo, se ha considerado que las determinaciones de cloro residual y pH se realicen en el campo, los de turbiedad y coliformes termotolerantes en los laboratorios periféricos y los análisis fisicoquímicos y de metales en el laboratorio central. Las determinaciones de cloro residual y pH se podrán obtener mediante comparadores colorimétricos y las de turbiedad mediante tubos nefelométricos.

### **6.2 Calidad del servicio**

Los sistemas de abastecimiento de agua deben cumplir con los requisitos mínimos para los cuales fueron concebidos y construidos. Estos se pueden sintetizar en un solo requisito: atender las necesidades básicas de agua de la comunidad con la calidad como un concepto guía de manera que se cuide la salud de los usuarios.

En el presente caso se ha considerado que la calidad del servicio puede ser evaluada a través de la determinación de las características funcionales del sistema de abastecimiento de agua, tales como: a) cobertura del servicio, b) continuidad en el abastecimiento de agua y c) buen uso del agua suministrada. Este último factor puede ser interpretado como un indicador indirecto de la cantidad de agua consumida, la misma que podrá ser calificada como “consumo adecuado” o “presencia de desperdicio”. Asimismo, teniendo en cuenta la disponibilidad de agua en la fuente, podrá estimarse la potencial capacidad de ampliación del sistema de abastecimiento de agua.

### **6.3 Estado de conservación de los componentes del servicio de abastecimiento**

La conservación de la calidad del agua de consumo humano depende de la ausencia de defectos físicos en cada uno de los componentes que conforman el sistema de abastecimiento, así como de la disponibilidad de los elementos de seguridad dirigidos a permitir que el agua conserve sus características físicas, químicas y bacteriológicas.

La observación del estado y grado de conservación de la infraestructura se realiza mediante la inspección sanitaria, la cual tiene como objetivo identificar los posibles defectos de los componentes del servicio de abastecimiento de agua y de las prácticas de operación y mantenimiento que puedan representar riesgo en la conservación de la calidad del agua para consumo humano.

Se ha considerado oportuno que la evaluación del nivel de deficiencias de los componentes del servicio de abastecimiento de agua se efectúe para los cuatro esquemas básicos de abastecimiento de agua, los mismos que comparten algunos aspectos y difieren en otros. Los aspectos compartidos están dados por los tipos de fuentes, captación o tratamiento y los comunes por el sistema de distribución propiamente dicho.

Los esquemas de abastecimiento de agua considerados son:

- Gravedad sin tratamiento: captación que puede ser del tipo manantial, galería filtrante y abastecimiento directo;
- gravedad con tratamiento: captación y planta de tratamiento de agua;
- bombeo sin tratamiento: pozo de agua y equipo de bombeo, y
- bombeo con tratamiento: captación, planta de tratamiento y estación elevadora.

Con relación a los aspectos comunes de los esquemas de abastecimiento, se han considerado los siguientes componentes: a) línea de conducción/impulsión, b) cajas de ventilación o rompedores, c) reservorios, d) línea de aducción, e) red de distribución, f) piletas públicas, g) conexiones domiciliarias.

La información obtenida durante las labores de inspección sanitaria permitirá identificar las acciones requeridas para subsanar los defectos detectados, sean estos constructivos, de operación, mantenimiento o de cualquier otra forma que signifique alguna desviación respecto a lo aceptado como práctica normal, con el propósito de minimizar el riesgo de contaminación del agua destinada al consumo humano.

### **6.4 Hábitos de higiene**

Los hábitos de higiene tienen relación directa con las enfermedades transmisibles. En poblaciones con pobres hábitos sanitarios, los programas de educación sanitaria contribuyen al mejoramiento de la salud, y su impacto es mucho mayor que el brindado por la calidad y cantidad del agua suministrada.

Por otra parte, el mejoramiento de los hábitos de higiene de las poblaciones con mayores problemas de salud es un proceso lento que involucra la continua capacitación de las poblaciones intervenidas a fin de mejorar sus costumbres hasta lograr que se conviertan en hábito a través de una larga y constante práctica, que debe ser evaluada y reforzada constantemente. De este modo se logrará que los conocimientos recibidos se conviertan inicialmente en actitud, para luego consolidarse.

En la presente intervención se han seleccionado los hábitos que tienen mayor incidencia en el control de las enfermedades transmisibles y que están vinculados con el manejo del agua, la higiene personal, la disposición de excretas y la higiene de la vivienda.

### **6.5 *Gestión de los servicios de abastecimiento***

Estudios recientes han demostrado que la gestión o administración de los servicios rurales de abastecimiento de agua tienen una fuerte incidencia en la conservación de la calidad del agua de consumo humano. Una administración débil, al no hacer efectiva la cobranza por el servicio prestado a la comunidad, es incapaz de mantener a una persona en forma eventual o permanente para la adecuada operación y mantenimiento del servicio, así como para la adquisición de los repuestos o insumos necesarios para el buen funcionamiento del sistema o para la desinfección del agua.

A este respecto, se considera indispensable evaluar tres aspectos básicos: a) consistencia de la tarifa de agua, b) operación y mantenimiento y c) pago al operador. La consistencia tarifaria está dada por la relación entre: a) monto de la tarifa, b) puntualidad en el pago, c) existencia de operador para la operación y mantenimiento del sistema y d) tiempo que dedica el operador al cumplimiento de sus obligaciones.

### **6.6 *Enfermedades diarreicas e infecciones de la piel***

Las intervenciones en saneamiento básico están dirigidas al mejoramiento del nivel de salud de las poblaciones beneficiadas; en especial, al control en mayor o menor grado de la incidencia de las enfermedades transmisibles de origen hídrico. Por ello, la vigilancia de la calidad del agua en el ámbito rural debe considerar la evaluación periódica de los casos de diarreas e infecciones de la piel para identificar las causas que los originan. En el caso específico del medio rural, esto puede estar vinculado con la calidad del agua y con los hábitos de higiene de los usuarios.

Por las limitaciones económicas y la complejidad de las acciones de obtención de datos sobre los casos de diarreas e infecciones de la piel en la comunidad intervenida, se ha considerado que para el presente caso se efectúen periódicamente encuestas aleatorias en el ámbito domiciliario para estimar la incidencia de estas enfermedades. Al efecto, se aplicará la teoría de muestreo para determinar el número de viviendas en donde se aplicarán las encuestas, las mismas que se distribuirán homogéneamente en toda la comunidad evaluada.

## **6.7 Calificación del servicio**

A fin de comparar la calidad de servicio brindado por los sistemas de abastecimiento de agua, se ha considerado la ponderación de un grupo determinado de indicadores descritos anteriormente, de modo que pueda otorgarse un puntaje o una calificación al servicio evaluado. A través de esta calificación podrá determinarse qué servicios de abastecimiento de agua son los mejores y cuáles son los menos eficientes. Esta información permitirá priorizar la implementación de medidas correctivas tendientes a mejorar, rehabilitar o ampliar el servicio de abastecimiento de agua en los sistemas más afectados o menos eficientes.

## **7. Procedimiento metodológico**

### **7.1 Consideraciones previas**

Antes de iniciar el programa de vigilancia de los servicios rurales de abastecimiento de agua, es necesario definir, dentro de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental, al área responsable de la implementación del programa, las responsabilidades de cada uno de sus integrantes, los requerimientos de mobiliario y suministros para la oficina encargada; las necesidades de equipamiento e insumos químicos para el laboratorio central y periféricos; los criterios de calidad del agua para consumo humano; los procedimientos para la vigilancia de los servicios rurales de abastecimiento de agua, programas de capacitación y el sistema de información, entre otros.

- a) *Responsabilidades:* se entiende que la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental del Cuzco es la cabeza del sistema de vigilancia de la calidad de los servicios rurales de abastecimiento de agua en la Región Cuzco. La obtención de la información de campo estará a cargo de las cabeceras de redes de salud, a través de las microrredes, que, a su vez, recogerán los datos por medio de los centros y puestos de salud. Sin embargo, es necesario establecer, a través de directivas internas, las funciones y responsabilidades de cada uno de los actores participantes en el programa de vigilancia previsto. Véase el anexo 1.
- b) *Equipamiento básico:* a nivel central y periférico, se dispone de las facilidades mínimas indispensables para la ejecución de la vigilancia de la calidad de los servicios rurales de abastecimiento de agua. Entre las facilidades se tienen: espacio físico; equipamiento (escritorios, computadoras, etc.). En el caso del presente proyecto, la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental del Cuzco, cuenta con las instalaciones y facilidades materiales correspondientes.
- c) *Laboratorios:* el laboratorio central se encuentra con diversos materiales acordes con el nivel de vigilancia que se pretenda adoptar en la región. En líneas generales, los materiales de laboratorio con que disponen son:
  - Muebles;
  - productos químicos para análisis fisicoquímicos;

- equipos e instrumentos;
- medios de cultivo (bacteriología), y
- material de vidrio.

Adicionalmente, los laboratorios periféricos también cuentan con las facilidades correspondientes para ejecutar los análisis que les competen. Los materiales existentes y que requieren ser reparados o adquiridos en cada tipo de laboratorio se muestran en el anexo 2.

- d) *Criterios de calidad de agua:* la meta de los criterios de calidad del agua para consumo humano es la eliminación o reducción de la concentración de los parámetros por debajo de los niveles perjudiciales a la salud a fin de contribuir con la conservación de la salud y el bienestar de la población atendida por el servicio de abastecimiento de agua. En el anexo 3 se presentan los parámetros y la frecuencia de muestras para la evaluación de la calidad del agua para consumo humano y del servicio en el presente programa.
- e) *Manuales de procedimientos:* con la finalidad de normalizar los procedimientos de ejecución del programa de vigilancia, se hace necesario contar con manuales operativos en donde se definan con claridad las tareas que le competen a cada uno de los actores.

Recolección de información: para obtener la información se han diseñado cinco tipos de formularios: a) registro de la comunidad; b) gestión y cobertura; c) inspección sanitaria y desinfección; d) calidad del agua y del servicio; y e) hábitos de higiene, enfermedades diarreicas e infecciones de la piel. En el anexo 4 se presentan los modelos de formularios e instructivas para su llenado.

Toma de muestras y análisis: el muestreo debe ser realizado por personal capacitado a fin de asegurar que las muestras de agua sean representativas del sistema de abastecimiento y que durante el muestreo y transporte no se contaminen. Al efecto, el personal deberá ser capacitado para cumplir estrictamente con los procedimientos de muestreo, preservación, embalaje y traslado de muestras al laboratorio, así como con la determinación en campo del contenido de cloro libre, pH y otro tipo de información relacionada con el sistema de abastecimiento. Por estos motivos, el personal encargado de esta labor debe ser exclusivo y de plena confianza de la oficina de vigilancia.

Los puntos de muestreo deben seleccionarse de modo que sean representativos del sistema de abastecimiento de agua.

Preferentemente, los puntos de muestreo serán:

- Salidas de manantiales;
- salidas de pozos de agua;
- salidas de plantas de tratamiento de agua;
- salidas de componentes (tanques de almacenamiento o distribución, cámaras rompedoración, etc.);



- líneas de impulsión y aducción;
- red de distribución: los puntos de muestreo deben estar distribuidos uniformemente en toda la red de distribución y ser proporcionales al número de usuarios, teniendo en cuenta:
  - Puntos de responsabilidad social como establecimientos de salud, escuelas, lugares de preparación masiva de alimentos, piletas públicas.
  - Puntos muertos, de baja presión o abastecimiento restringido en redes de distribución.

En el anexo 5 se presenta el método de muestreo que debe ser aplicado en el presente trabajo.

En cuanto a los análisis que debe realizar el laboratorio central, es recomendable que se efectúen siguiendo procedimientos aceptados universalmente, a fin de garantizar y hacer comparables los resultados de las pruebas analíticas. Al efecto, se recomienda adoptar el Método Estándar para Análisis de Agua y Aguas Residuales de la American Public Health Association (APHA), la American Water Works Association (AWWA) y la Water Environment Federation (WEF) (1995).

- f) *Capacitación*: el programa de capacitación debe involucrar a todos los estamentos de la organización vinculados con el programa de vigilancia, y se debe prestar mayor atención a la formación del personal responsable por las actividades de campo y procesamiento de la información.

La calidad de la información producida por el órgano de vigilancia depende del trabajo realizado por el personal encargado de la toma de muestras, inspecciones sanitarias, análisis, procesamiento de información, etc. Por este motivo, el personal debe ser capacitado para que desempeñe adecuadamente sus funciones. Una capacitación adecuada asegurará que los datos y su procesamiento sean procedimientos normalizados y comparables entre los diferentes generadores de información, a fin de posibilitar la fácil sistematización al nivel regional y nacional. La capacitación deberá estar orientada a preparar al personal en:

- Planificación de la intervención;
- identificación de las características de los servicios de abastecimiento de agua;
- intervención e identificación de riesgos sanitarios;
- toma de muestras y preservación;
- análisis de campo;
- análisis microbiológicos, físicos y químicos;
- procesamiento de información,
- interpretación y reporte de resultados.

El levantamiento de la información acerca de las características físicas de los sistemas de abastecimiento de agua, manejo de formularios, toma de muestras y análisis de campo requiere una capacitación específica, que debe ser teórico-práctica.

En el anexo 6 se presenta el modelo del programa de capacitación del personal responsable por las actividades de campo.

- g) *Sistema de información*: el impacto del programa de vigilancia se basa en los resultados y en la aplicación de estos resultados; por ello debe definirse la manera en que la información debe fluir desde la comunidad evaluada hasta el nivel regional, pasando por las cabeceras de las microrredes y cabeceras de redes hasta llegar a la región de salud. Finalmente, es necesario considerar la elaboración de los informes periódicos donde se den a conocer los resultados sobre el estado de los sistemas de abastecimiento de agua y sus principales defectos. En el anexo 7 se presenta el flujo de información propuesto para el presente proyecto.

## 7.2 *Planificación y ejecución*

A este respecto, las actividades dirigidas a la realización del trabajo de vigilancia de la calidad de los servicios rurales de abastecimiento de agua son:

- a) *Planificación*: antes del inicio de las actividades de vigilancia, es necesario obtener información general sobre las localidades en donde se pretende intervenir, el tipo de servicio de abastecimiento de agua con que cuentan, incluidos aspectos sobre tamaño de la población, presencia de establecimientos públicos, especialmente los vinculados con los sectores de educación y salud, otros servicios básicos y accesibilidad, a fin de identificar los tipos de instalaciones existentes que pudieran facilitar las labores de vigilancia en general.

Adicionalmente, la planificación debe comprender la definición de:

- Frecuencia de muestreo e identificación del número de determinaciones;
- frecuencia de inspecciones sanitarias;
- procedimientos de muestreo y análisis;
- accesibilidad;
- establecimientos que forman parte del flujo de información;
- preparación de la base de datos.

En el anexo 8 se presenta la relación de las localidades que deben ser evaluadas en los próximos tres años, así como el tipo y la cantidad de determinaciones por realizarse y el costo que ellas demandan y en el anexo 9 el número de determinaciones.

- b) *Ejecución*: luego de planificadas las actividades de intervención, se procederá a la ejecución de la vigilancia. Al respecto, se definen los aspectos siguientes: a) recolección de información, b) toma de muestras y análisis, c) identificación de medidas correctivas, d) análisis de la información y e) reporte (los formularios correspondientes se presentan en el anexo 4).

- c) *Análisis de la información:* el análisis de la información permitirá calificar seis aspectos básicos: a) calidad del agua de bebida, b) calidad del servicio, c) estado de la infraestructura, d) nivel de higiene, e) gestión del sistema y f) prevalencia de enfermedades diarreicas e infecciones de la piel. Adicionalmente, teniendo en cuenta los cinco aspectos indicados, se podrá calificar al servicio como un todo, otorgándole una calificación global, la misma que permitirá comparar a los sistemas de abastecimiento de agua entre sí.

En lo que respecta a calidad del agua, será clasificada por grupos según su origen. De este modo se considera: a) salida de la planta, manantial o pozo; b) salida de las obras de cabecera como reservorio y cámaras de rompedor en el sistema de distribución; c) red de distribución secundaria y piletas públicas y d) depósitos de almacenamiento a nivel intradomiciliario, si las circunstancias lo ameritan.

- d) *Medidas correctivas:* luego de la recolección de información y de la toma de muestras, el encargado del trabajo de campo estará en condiciones de identificar los principales problemas que presenta el sistema de abastecimiento de agua evaluado.

Como una manera de contribuir con la comunidad, se alcanzará al administrador de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento y a la municipalidad distrital correspondiente un acta en la que se consignen los principales defectos detectados en el servicio de abastecimiento durante las labores de vigilancia. De este modo, la comunidad podrá aplicar las medidas correctivas o, en su defecto, podrá buscar apoyo para mejorar el servicio. En el anexo XI se presenta el modelo de acta que será entregado a la comunidad, en el que se consignan los defectos determinados durante las labores de vigilancia.

### **7.3 *Aseguramiento de la calidad de datos***

Los datos obtenidos por el personal encargado de las acciones de vigilancia estarán sujetos a validación con la finalidad de asegurar la veracidad de los mismos. La calificación del desempeño de las personas responsables de los trabajos de campo se ejecutará en cinco etapas:

- Número de evaluaciones ejecutadas;
- consistencia de los resultados;
- número de supervisiones directas;
- número de verificaciones en el campo, y
- calidad del trabajo de campo.

En el anexo 11 se presenta el procedimiento que se seguirá en el aseguramiento de la calidad de los datos.

## 8. Referencias

- “Abastecimiento de aguas y disposición de excretas”. Ministerio de Salud, Dirección de Saneamiento Ambiental, Prevención y Control del Cólera, Colombia, 1991.
- “Control de calidad del agua de bebida en suministros de pequeñas localidades” – Guía para la Calidad del Agua de Bebida Ginebra, OMS, 1983.
- “Control de calidad del agua en la red de distribución” HDT CEPIS N.º 67 – Diciembre 1996.
- “Curso de control y vigilancia de la calidad del agua en comunidades rurales – El Salvador: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social: Plan Nacional de Saneamiento Básico Rural”. OPS - México D.F., 1995.
- “Evaluation for village water supply planning” Sandy Cairncross, Ian Carruthers, Donald Curtis, Richard Feachem, G. Richard, David Bradley, George Baldwin. Chichester, 1980.
- “Informe del Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua”. Ministerio de Salud – DEL AGUA, Perú, 1986.
- “Interim evaluation of the WHO/UNEP drinking-water quality surveillance projects under implementation in the countries of Indonesia, Peru and Zambia”. Mauricio Pardón – DEL AGUA, Perú 1987.
- “Pilot Rural Water Surveillance project in Indonesia”. Barry Lloy; Sri Suyati, 1989.
- “Propuesta de un Sistema de Información sobre Calidad de Agua y Saneamiento SICAS”. Jairo Niño Buitrago, Ministerio de Salud, Colombia, 1992.
- “Surveillance of drinking water quality in rural areas”. Barry Lloyd, Richard Helmer, OMS, 1991.
- “Vigilancia de los Servicios de Agua de Consumo Humano - Manual del Supervisor Secciones I,II y VIII”. MINSA - Instituto Robens, Perú, 1990.
- “Vigilancia y control de calidad del agua: lo que debemos conocer y hacer” MINSA-APRISABAC – Perú, 1989.



**ANEXO 1**

**RESPONSABILIDADES**



En el proceso de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano intervienen diversos actores, entre los cuales se puede mencionar a los miembros de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento, los técnicos o inspectores sanitario, el laboratorista en el ámbito periférico, el personal del laboratorio central y los profesionales encargados de la vigilancia rural. A continuación se detallan las responsabilidades de cada uno de ellos:

**Junta Administradora del Servicio de Saneamiento:** los miembros de la Junta Administradora deben acompañar al técnico o inspector sanitario en la toma de las muestras de agua para los análisis, verificar que los análisis de campo sean bien realizados, apoyar la realización de la inspección sanitaria, brindar información sobre la gestión del sistema de abastecimiento de agua y participar en la evaluación de los hábitos de higiene y en la determinación de las enfermedades prevalentes en la comunidad.

**Técnico o inspector sanitario:** de acuerdo con la planificación establecida por el órgano de vigilancia, debe obtener las muestras de agua del sistema de abastecimiento según los procedimientos establecidos, poniendo especial énfasis en la parte de la captación, reservorio de almacenamiento y conexiones domiciliarias. Asimismo, debe realizar las determinaciones de pH, cloro libre residual y, de ser posible, turbiedad.

Adicionalmente, debe participar conjuntamente con los miembros de la Junta Administradora del Servicio de Saneamiento en la realización de la inspección sanitaria, la evaluación de la gestión administrativa del servicio de agua, del levantamiento de la información relacionada con los hábitos de higiene y enfermedades diarreicas e infecciones de la piel. Al final de la evaluación del sistema, el técnico o inspector sanitario debe levantar el acta de visita en la que se identificarán los principales problemas detectados en este acto.

Asimismo, el técnico o inspector sanitario debe remitir la muestra o las muestras de agua al laboratorio periférico y reportar a los niveles correspondientes los resultados de los análisis realizados en el campo y remitir todas las encuestas realizadas e indicadas anteriormente. Finalmente, cuando el técnico o inspector sanitario disponga de los resultados analíticos reportados por el laboratorio periférico y central, deberá proceder a notificar a la comunidad sobre estos resultados conjuntamente con un listado de las medidas correctivas que la Junta Administradora deberá implementar para mejorar el servicio de abastecimiento de agua.

**Laboratorista de nivel periférico:** tiene la responsabilidad de ejecutar la determinación de coliformes termotolerantes y de turbiedad, si las circunstancias lo ameritan. Complementariamente, debe remitir las muestras de agua para los análisis fisicoquímicos y de metales al laboratorio central, e informar al técnico o inspector sanitario y a los niveles correspondientes acerca de los resultados de las pruebas realizadas. Del mismo modo, debe preparar los frascos para la toma de las muestras bacteriológicas.

**Laboratorio central:** el personal responsable debe ejecutar los análisis fisicoquímicos y de metales en las muestras de agua remitidas por los laboratorios periféricos e informar a los niveles correspondientes sobre los resultados de los análisis realizados. Asimismo, debe preparar



los frascos para la toma de las muestras para los análisis mencionados y los de metales y remitirlos con anticipación a los laboratorios periféricos.

***Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental:*** la responsabilidad de esta dirección es el procesamiento periódico de toda la información remitida por los servicios de salud encargados de la vigilancia de la calidad de agua y la identificación de las medidas correctivas que se requiere implementar en el ámbito de la comunidad y que pudieran no haber sido observadas por el personal de campo. Además, debe efectuar el seguimiento de las medidas correctivas y comunicar a los entes nacionales y de planificación sobre el estado y la calificación de los servicios rurales de abastecimiento de agua evaluados.

## **ANEXO 2**

# **IMPLEMENTACIÓN Y COMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS**



**Cuadro 1. Implementación y complementación de laboratorios**

Laboratorio	Equipos disponibles	Equipamiento complementario
<b>Cuzco</b>	<p><b>Área microbiológica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Incubadora bacteriológica</li> <li>➤ Esterilizadores al seco</li> <li>➤ Destilador de agua</li> <li>➤ Equipo de baño María</li> <li>➤ Equipo de filtración por membrana</li> <li>➤ Autoclaves</li> <li>➤ Balanza de precisión</li> <li>➤ Equipo portátil para análisis bacteriológico</li> </ul> <p><b>Área fisicoquímica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Medidor de pH</li> <li>➤ Espectrofotómetro</li> <li>➤ Equipo portátil para análisis fisicoquímico del agua</li> <li>➤ Horno</li> <li>➤ Oxímetro</li> </ul>	<p><b>Área técnica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Equipo de cómputo</li> </ul> <p><b>Área microbiológica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Materiales e insumos de laboratorio</li> </ul> <p><b>Área de fisicoquímica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Campana extractora de gases</li> <li>➤ Turbidímetro</li> <li>➤ Materiales e insumos de laboratorio</li> </ul>
<b>Quispicanchi</b>	<p><b>Área microbiológica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Esterilizador al seco</li> <li>➤ Incubadora bacteriológica</li> <li>➤ Equipo de baño María</li> <li>➤ Destilador de agua</li> <li>➤ Equipo portátil de filtración</li> <li>➤ Autoclave vertical</li> <li>➤ Balanza de precisión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reparación y calibración de balanza analítica</li> <li>➤ Materiales e insumos de laboratorio</li> </ul>
<b>Paruro</b>	<p><b>Área microbiológica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Esterilizador al seco</li> <li>➤ Incubadora bacteriológica</li> <li>➤ Equipo de baño María</li> <li>➤ Destilador de agua</li> <li>➤ Equipo portátil de filtración</li> <li>➤ Autoclave vertical</li> <li>➤ Balanza de precisión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Materiales e insumos de laboratorio</li> </ul>
<b>Chumbivilcas</b>	<p><b>Área microbiológica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Esterilizador al seco</li> <li>➤ Incubadora bacteriológica</li> <li>➤ Equipo de baño María</li> <li>➤ Destilador de agua</li> <li>➤ Equipo portátil de filtración</li> <li>➤ Autoclave vertical</li> <li>➤ Balanza de precisión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Materiales e insumos de laboratorio</li> </ul>
<b>La Convención</b>	No cuenta con ningún equipo ni material de laboratorio	<p><b>Área microbiológica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Esterilizador al seco</li> <li>➤ Incubadora bacteriológica</li> <li>➤ Equipo de baño María</li> <li>➤ Destilador de agua</li> <li>➤ Equipo portátil de filtración</li> <li>➤ Autoclave vertical</li> <li>➤ Balanza de precisión</li> </ul>



## **ANEXO 3**

# **PARÁMETROS Y FRECUENCIAS DE MUESTREO**



## 1. Introducción

Para efectos del Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua de Consumo Humano que será implementado en la Región de Salud del Cuzco, el Proyecto SANBASUR, con la aprobación de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental del Cuzco–Ministerio de Salud, ha seleccionado un conjunto de parámetros para evaluar la calidad del agua de bebida.

## 2. Requisitos físicos, químicos y bacteriológicos

En los cuadros del 1 al 3 se presentan las determinaciones que serán adoptadas en el Programa, así como las concentraciones permisibles.

## 3. Frecuencia de muestreo

En los cuadros 4 y 5 se presentan las frecuencias de muestreo establecidas tanto a nivel de fuente y componentes del sistema de abastecimiento de agua como en la red de distribución de agua.

## 4. Cloro residual

La presencia de cloro residual no es un requisito indispensable para la evaluación de la calidad del agua para consumo humano; sin embargo, se considera que su determinación es un elemento decisivo en la realización del análisis bacteriológico. Al efecto, la determinación de cloro residual se deberá ejecutar en diferentes partes del sistema de abastecimiento de agua por lo menos una vez al mes y durante la toma de muestras de agua para el análisis bacteriológico.

**Cuadro 1. Parámetros bacteriológicos**

Lugar de muestreo	Coliformes (UFC/100 mL)	
	Totales	Termotolerantes
A la entrada del sistema de distribución <sup>(1)</sup>	0	0
En la red de distribución <sup>(2)</sup>	0	0

<sup>(1)</sup> El 100% de las muestras de agua analizadas en el año no deberá indicar la presencia de coliformes totales y termotolerantes.

<sup>(2)</sup> El 95% de las muestras de agua analizadas en el año no deberá indicar la presencia de coliformes totales; se aceptarán hasta 10 coliformes totales/100 mL en forma ocasional en muestras no consecutivas.



**Cuadro 2. Parámetros que afectan la salud**

Parámetro	Unidad de medida	Concentración máxima
Arsénico	mg/L como As	
Cadmio	mg/L como Cd	
Cromo	mg/L como Cr	
Fluoruro	mg/L como F	
Mercurio	mg/L como Hg	
Nitrato	mg/L como NO <sub>3</sub>	
Plomo	mg/L como Pb	

**Cuadro 3. Parámetros que afectan la aceptabilidad del agua**

Parámetro	Unidad de medida	Concentración máxima	
		Recomendable	Admisible
Turbiedad	UNT	5	10
pH	Unidad de pH	7,0 - 8,5	6,5 – 9,2
Aluminio	mg/L como Al	0,1	0,2
Calcio	mg/L como Ca	75	150
Cinc	mg/L como Zn	5,0	15,0
Cloruro	mg/L como Cl	250	500
Cobre	mg/L como Cu	0,05	0,5
Dureza total	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	200	500
Hierro	mg/L como Fe	0,1	1,0
Magnesio	mg/L como Mg	30	100
Manganeso	mg/L como Mn	0,05	0,5
Sulfato	mg/L como SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	250	400
Residuo total	mg/L	500	1.500

**Cuadro 4. Frecuencia de muestreo (en la planta de tratamiento, fuentes de agua subterránea y reservorios de servicio)**

Parámetro	Tipo de fuente de agua	
	Subterránea	Superficial
Coliformes	6 muestras por año	
Turbiedad pH	12 muestras por año	
Arsénico Cadmio Cromo Fluoruro Mercurio Nitrato Plomo	1 muestra cada dos años	1 muestra por año
Aluminio Calcio Cinc Cloruro Cobre Dureza total Hierro Magnesio Manganeso Sulfato Residuo total	1 muestra por año	2 muestras por año

**Cuadro 5. Frecuencia de muestreo (en la red de distribución)**

Parámetro	Frecuencia de muestreo	Tamaño poblacional (Hab)	Número de muestras por localidad
Coliformes	6 muestras por año	< 200	1
Turbiedad, pH y cloro residual	12 muestras por año	201 – 800	2
		801 – 2.000	3

## 5. Calidad del servicio de abastecimiento de agua

Los servicios rurales de abastecimiento de agua serán evaluados periódicamente de acuerdo con la frecuencia indicada en el cuadro 6.

**Cuadro 6. Frecuencia de evaluación**

<b>Actividad/campo</b>	<b>Formulario</b>	<b>Frecuencia</b>
Registro de la comunidad	M-1	Una sola vez
Gestión y cobertura	M-2	Trimestral
Estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua	M-2	Bimestral
Calidad del agua y calidad del servicio	M-4	Bimestral
Hábitos de higiene y presencia de enfermedades en la comunidad	M-5	Trimestral
Hábitos de higiene en la población escolar	M-6	Trimestral

**ANEXO 4**

**EVALUACIÓN DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO  
DE AGUA**

**(FORMULARIOS VARIOS E INSTRUCTIVAS PARA SU  
LLENADO)**



El Proyecto SANBASUR, con la aprobación de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental del Cuzco–Ministerio de Salud, ha definido la evaluación de los aspectos siguientes:

- Registro de la comunidad;
- gestión y cobertura;
- estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua;
- calidad del agua y del servicio;
- hábitos de higiene y presencia de enfermedades en la comunidad, y
- hábitos de higiene en la población escolar.

*Registro de la comunidad:* estos datos se obtienen mediante la aplicación del formulario M-1, el mismo que debe elaborarse al momento de intervenir en la comunidad y posteriormente debe modificarse, cada vez que se note algún cambio sustancial en las características de la misma. Las respuestas se obtienen por observación directa o mediante preguntas a las autoridades de la comunidad.

*Gestión y cobertura:* los datos correspondientes se relevan mediante la aplicación del formulario M-2 cada tres meses. Las preguntas se efectúan a los miembros de la Junta Administradora de los Servicios de Saneamiento.

*Estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua:* las inspecciones sanitarias se harán cada dos meses y en coincidencia con la toma de muestras para los análisis de coliformes termotolerantes, pH y turbiedad. Al efecto se emplea el formulario M-3 y el levantamiento de los datos se efectúa conjuntamente con el operador y los miembros de la Junta Administradora de los Servicios de Saneamiento.

*Calidad del agua y calidad del servicio:* la evaluación se realiza aplicando el formulario M-4 y la frecuencia de recolección de los datos es cada dos meses. Esta labor se ejecuta conjuntamente con el operador y los miembros de la Junta Administradora de los Servicios de Saneamiento.

*Hábitos de higiene y presencia de enfermedades en la comunidad:* estos datos se obtienen mediante el formulario M-5 y la frecuencia de recolección de la información es trimestral. La mayor parte de las preguntas se responden por observación directa.

*Hábitos de higiene en la población escolar:* los datos son recolectados mediante el formulario M-6 y con una frecuencia trimestral, al igual que el caso anterior.

**FORMULARIO DE REGISTRO DE LA COMUNIDAD**

**1. Ubicación**

Comunidad \_\_\_\_\_ Código \_\_\_\_\_  
 Anexo/Sector \_\_\_\_\_ Distrito \_\_\_\_\_  
 Provincia \_\_\_\_\_ Departamento \_\_\_\_\_  
 Población total \_\_\_\_\_ Número de familias \_\_\_\_\_  
 Establecimiento de salud de referencia \_\_\_\_\_

**2. Accesibilidad**

Desde	Hasta	Distancia (km)	Tiempo (horas)	Tipo de vía <sup>(1)</sup>	Medio de transporte <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Asfaltado, afirmado, trocha.

<sup>(2)</sup> Vehículo, acémila, pie.

**3. Servicios básicos adicionales**

Electricidad  Teléfono  Número telefónico \_\_\_\_\_  
 Radio  Frecuencia radial \_\_\_\_\_

**4. Establecimientos educativos**

PRONOEI/CEI  Primaria  Secundaria   
 Otros \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre de encuestador: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

FORMULARIO M-2

**FORMULARIO PARA EVALUAR LA GESTIÓN Y LA COBERTURA**

**1. Ubicación**

Comunidad \_\_\_\_\_ Código \_\_\_\_\_  
 Distrito \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_

**2. Gestión**

**2.1 Responsable de la administración del servicio de agua**

JASS  Municipalidad  Directiva comunal

Otros  \_\_\_\_\_

Tiempo de duración del cargo (según estatutos) \_\_\_\_\_ años

Tiempo de permanencia en el cargo \_\_\_\_\_ años

**2.2 Ingresos**

Monto de cuota por el servicio de agua	S/.	Período	Número de conexiones
--	-----	---------	----------------------

Conexión domiciliaria	_____	_____	_____
-----------------------	-------	-------	-------

Piletas públicas	_____	_____	_____
------------------	-------	-------	-------

Tiempo de vigencia de la tarifa \_\_\_\_\_ años

**2.3 Puntualidad**

Porcentaje de usuarios que pagan puntualmente por el servicio de agua \_\_\_\_\_ %

**2.4 Aportes extraordinarios**

¿Realizan los usuarios aporte extraordinario? Sí  No

**2.5 Operación y mantenimiento**

Cuenta el servicio con operador/gasfitero/otro Sí  No

En caso afirmativo, tiempo que dedica a operar el servicio

Permanente  A demanda  Tiempo parcial

**2.6 Gastos administrativos (por mes)**

Administración (miembros de la unidad de gestión) S/. \_\_\_\_\_

Operadores S/. \_\_\_\_\_

Materiales

Cloro S/. \_\_\_\_\_

Tubería, pegamento, accesorios S/. \_\_\_\_\_

**3. Cobertura**

Número de viviendas \_\_\_\_\_

Número de conexiones domiciliarias \_\_\_\_\_

Número de conexiones de piletas públicas \_\_\_\_\_

Número de viviendas no abastecidas \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre de encuestador: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_



## FORMULARIO PARA EVALUAR EL ESTADO SANITARIO DE LA INFRAESTRUCTURA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

**1. Ubicación**

Comunidad \_\_\_\_\_

Código \_\_\_\_\_

Distrito \_\_\_\_\_

Provincia \_\_\_\_\_

**2. Del sistema de agua potable**
 Antigüedad ..... Ejecutor .....  
 Funcionamiento: Continuo  Restringido 
**3. Tipo de sistema de abastecimiento**
 Gravedad sin tratamiento  Gravedad con tratamiento   
 Bombeo sin tratamiento  Bombeo con tratamiento 
**4. Fuente**En tiempo de sequía es posible aprovechar mayor cantidad SÍ  NO 

Agua subterránea			GST	GCT	BST	BCT
Manantial captado en el ojo	<input type="checkbox"/>	Responder pregunta 4.1	x			
Pozo profundo	<input type="checkbox"/>	Responder pregunta 4.2				
Agua subsuperficial (galería filtrante)	<input type="checkbox"/>	Responder pregunta 4.3	x		x	
Agua superficial con tratamiento	<input type="checkbox"/>	Responder pregunta 4.4		x		x

**4.1 Captaciones y buzón de reunión** Número de: captaciones..... buzones de reunión .....

Características	Captaciones			Buzones		
	1	2	3	1	2	3
¿Existe cerco de protección?						
¿Existe cuneta de coronación y se encuentra en buen estado?						
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?						
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?						
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?						
¿Ausencia de heces y charcos de agua en un radio de 20 metros?						
CÓDIGO DE MUESTRA						

**4.2 Pozo profundo** Perforado  Excavado  Profundidad ..... m

¿Tiene caseta segura contra ingreso de personas y animales?	
¿La bomba está montada sobre losa de concreto sin rajaduras y de más de 4 metros de diámetro?	
¿La boca del pozo se encuentra por encima del nivel de la losa de concreto?	
¿Ausencia de heces y charcos de agua en un radio de 20 metros?	
Código de muestra	

**4.3 Galería filtrante y buzones de reunión**

Número de buzones de reunión .....

Características	Galería	Buzón de reunión		
		1	2	3
¿Existe cerco de protección?				
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?				
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?				
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?				
¿Ausencia de heces y charcos de agua en un radio de 20 metros?				
Código de muestra				

**4.4 Agua superficial con tratamiento**

FUENTE: Vertiente <input type="checkbox"/> Lago/laguna <input type="checkbox"/> Río <input type="checkbox"/> Acequia <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> .....
SUMINISTRO: Bombeo <input type="checkbox"/> Gravedad <input type="checkbox"/>
<b>Proceso de tratamiento:</b> Floculación <input type="checkbox"/> Sedimentación <input type="checkbox"/> Prefiltración <input type="checkbox"/> Filtración <input type="checkbox"/>
¿Existe cerco de protección?
¿Las estructuras de tratamiento están libres de inundaciones accidentales?
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?
¿Ausencia de heces y charcos de agua en un radio de 20 metros?
Código de muestra

**5. Sistema de conducción**

<b>5.1 Línea de conducción/impulsión</b>
¿Ausencia de fugas de agua?
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?
¿Los cruces aéreos están protegidos y en buen estado?

5.2 Ventilaciones y cajas rompepresión en línea de conducción	Tubo de ventilación			C.R.P.		
	1	2	3	1	2	3
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?						
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?						
¿Ausencia de heces y charcos de agua en un radio de 20 m?						

**6. Sistema de distribución**

<b>6.1 Reservorio</b>	1	2
¿Existe cerco de protección?		
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?		
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?		
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?		
¿Ausencia de heces y charcos de agua en un radio de 20 m?		
Código de muestra		

<b>6.2 Línea de aducción</b>	
¿Ausencia de fugas de agua?	
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?	

<b>6.3 Cajas rompepresión</b>	1	2	3	4
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?				
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras o fugas de agua?				
¿Ausencia de heces y charcos de agua en un radio de 20 m?				

<b>6.4 Red de distribución</b>	
¿Ausencia de fugas de agua?	
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?	
¿Las cajas de válvulas se encuentran secas?	

<b>6.5 Piletas públicas</b>	PP1	PP2	PP3	PP4	PP5
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?					
¿Está limpia la estructura?					
¿Están los accesorios y el grifo completos y en buen estado?					
¿Ausencia de heces y charcos de agua en un radio de 20 metros?					

## 7. Cloración

El agua clora en forma: Permanente <input type="checkbox"/> Eventual <input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/>	
¿Existe equipo de cloración?	
¿Está el equipo en buen estado?	
¿Está el equipo en uso en el momento de la visita?	
¿Existe <i>stock</i> de cloro?	

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del encuestador: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

FORMULARIO M-4

FORMULARIO PARA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO

1. Ubicación

Código \_\_\_\_\_

Localidad \_\_\_\_\_

Distrito \_\_\_\_\_

Provincia \_\_\_\_\_

Departamento \_\_\_\_\_

2. Muestras

2.1 Red de distribución

Vivienda	Dirección	Nombre del usuario	Hora de muestreo	Cloro residual	Número de muestra <sup>(1)</sup>	
					pH/turbiedad	Coliformes
1						
2						
3						
4						
5						
6						

2.2 Componentes

No.	Tipo <sup>(2)</sup>	Hora de muestreo	Cloro residual	Número de muestra <sup>(3)</sup>			
				pH/turbiedad	Coliformes	Fisicoquímico	Metales
1							
2							
3							

(1) Realizado por el laboratorio periférico.

(2) Captación, reservorio, cámara reductora de presión, etc.

(3) Análisis de pH, turbiedad y coliformes realizado por el laboratorio periférico y el fisicoquímico y metales por el laboratorio central.

3. Calidad del servicio

Viviendas	Continuidad		Usos del agua			Conexiones domiciliarias		Estado del grifo (fuga de agua)	
	Horas/día	Días/sem.	Doméstico	Riego de calles	Riego de huertas	Fuga de agua	Agua empozada	Sí	No
1									
2									
3									
4									
5									
6									

Fecha: \_\_\_\_\_

Muestreador: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_



Verificación de hábitos de higiene	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>6. Presencia de enfermedades(dos últimas semanas)</b>																				
6.1 Enfermedades diarreicas agudas																				
6.1.1 ¿Se presentaron casos de EDA en menores de 5 años? (Número)																				
6.1.2 ¿Se presentaron casos de EDA en mayores de 5 años? (Número)																				
6.2. Enfermedades de la piel (EP)																				
6.2.1 ¿Se presentaron enfermedades de la piel en menores de 5 años? (N.º)																				
6.2.2 ¿Se presentaron enfermedades de la piel en mayores de 5 años? (N.º)																				

(\*) Animales mayores: ganado vacuno, porcino, caprino, ovino y equino.

Fecha: \_\_\_\_\_ Nombre del encargado del muestreo: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

## FORMULARIO PARA VERIFICAR LOS HÁBITOS DE HIGIENE DE LA POBLACIÓN ESCOLAR

Código \_\_\_\_\_ Comunidad/Anexo/Sector \_\_\_\_\_ C. E. \_\_\_\_\_ Distrito \_\_\_\_\_ Provincia \_\_\_\_\_

ALUMNOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>1. Higiene personal</b>																				
1.1 ¿Los niños están aseados?																				
1.2 ¿Tienen ropa limpia?																				
<b>2. Lavado de manos</b>																				
2.1 ¿Tienen las manos limpias? (verificar)																				
2.2 ¿Se lavan las manos a chorro? (verificar)																				
2.3 ¿Se lavan las manos antes del desayuno escolar?																				
2.4 ¿Utilizan jabón o ceniza para lavarse las manos? (verificar)																				
2.5 ¿Se lavan las manos después de usar la letrina?																				
<b>3. Uso de sanitarios o letrinas</b>																				
3.1 ¿Los niños usan el baño o la letrina?																				
<b>4. Centro educativo</b>																				
4.1 ¿Tiene módulo sanitario o letrinas?																				
4.2 ¿Está funcionando?																				
4.3 ¿El baño o letrina está limpia?																				
4.4 ¿Las aulas están limpias?																				
4.5 ¿Ausencia de desechos fecales alrededor del centro educativo?																				
<b>5. Disposición de basura</b>																				
5.1 ¿Entierran la basura?																				
5.2 Otras formas de disponer la basura (sin calificación)																				
• Río																				
• Chacra																				
• Quema																				
<b>PUNTAJE TOTAL</b>																				

Nota: En población escolar menor de 100 alumnos, se toma el 30% o un mínimo de 20 alumnos.  
En población escolar mayor de 100 alumnos, se toma el 20%.

Fecha: \_\_\_\_\_ Nombre del encargado del muestreo: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

**INSTRUCTIVAS PARA EL LLENADO DE  
FORMULARIOS**





FORMULARIO M-1

**FORMULARIO DE REGISTRO DE LA COMUNIDAD**

**1. Ubicación**

- Código:** Colocar el número asignado por el órgano de vigilancia a la comunidad, anexo o sector.
- Comunidad:** Indicar el nombre de la comunidad.
- Anexo/Sector:** Señalar si se trata de un anexo o de un sector.
- Distrito:** Indicar el distrito al cual pertenece el anexo o sector.
- Provincia:** Señalar la provincia donde se ubica el distrito.
- Departamento:** Indicar el departamento al que pertenece la provincia.
- Población total:** Anotar la población total de la localidad.
- Número de familias:** Indicar el número de familias que viven en la comunidad.
- Establecimiento de salud de referencia:** Consignar el nombre del establecimiento de salud en cuya jurisdicción se encuentra la comunidad.

**2. Accesibilidad**

- **Desde:** Inicialmente se coloca el nombre del establecimiento de salud de referencia y en las filas posteriores las respuestas del HASTA de la fila superior.
- **Hasta:** Se coloca el nombre del lugar geográfico en donde se produce el cambio en el tipo de vía o en el medio de transporte.
- **Distancia:** Corresponde al tramo indicado en la fila.
- **Tiempo:** Igual que el anterior.
- **Tipo de vía:** Señalar a cuál de las tres opciones corresponde el tramo: asfaltado, afirmado trocha.
- **Medio de**
- **transporte:** Indicar de qué manera es posible movilizarse en el tramo: vehículo, acémila o a pie.

**3. Servicios básicos adicionales**

- Marcar con un aspa lo que corresponda.
- **Teléfono:** En el caso de existir teléfono, consignar el número.
- **Radio:** De existir radio en el lugar, indicar su frecuencia.

#### **4. Establecimientos educativos**

- Marcar con un aspa el tipo de establecimiento educativo.
- **Otros:** Indicar qué otro u otros tipos de establecimientos educativos diferentes de los tres niveles mencionados existen en la localidad.

Consignar la fecha y el nombre del encuestador con su respectiva firma.

FORMULARIO M-2

**FORMULARIO PARA EVALUAR LA GESTIÓN Y LA COBERTURA**

**1. Ubicación**

**Código:** Colocar el número asignado por el órgano de vigilancia a la comunidad, anexo o sector.

**Comunidad:** Indicar el nombre de la comunidad.

**Anexo/Sector:** Señalar si se trata de un anexo o de un sector.

**Distrito:** Indicar el distrito al cual pertenece el anexo o sector.

**Provincia:** Señalar la provincia donde se ubica el distrito.

**2. Gestión**

**2.1 Responsable de la administración del servicio de agua**

- Marcar con una X la institución responsable de la administración del servicio de agua.
- **Tiempo de duración del cargo:** Consignar el número de años que se establece en el estatuto de la administración.
- **Tiempo de permanencia en el cargo:** Indicar el número de años que los responsables de la administración del servicio de agua se encuentran en el cargo.

**2.2 Ingresos**

- Sobre cada una de las líneas consignar, según corresponda, a conexiones domiciliarias o piletas públicas, los datos correspondientes a: el monto en soles que se paga por el servicio de agua; los meses que cubre el pago del servicio de agua (mensual, trimestral, etc.) y el número de conexiones existentes en la comunidad.
- **Tiempo de vigencia de la tarifa:** Indicará cuántos años lleva de establecida la tarifa de servicio de agua.

**2.3 Morosidad**

- Indica el porcentaje de personas que pagan puntualmente el servicio de agua.

**2.4 Aportes extraordinarios**

- Marcar con un aspa en el recuadro correspondiente si los usuarios del servicio realizan aportes extraordinarios.

### **2.5 Operación y mantenimiento**

- Indicar si el servicio de abastecimiento de agua cuenta con una persona encargada de su operación y mantenimiento.
- Señalar el tiempo que dedica el operador a atender el servicio de abastecimiento de agua.
- Permanente: Indica que el operador trabaja todos los días el equivalente a una jornada de trabajo.
- A demanda: El operador es requerido sólo cuando hay necesidad de realizar alguna labor.
- Tiempo parcial: Cuando el operador trabaja solamente algunas horas todos los días.

### **2.6 Gastos administrativos (por mes)**

**Administración:** Llenar este espacio con el monto pagado mensualmente, solamente si uno o más miembros de la Junta Administradora reciben algún pago.

**Operador:** Indicar el monto pagado mensualmente al operador.

**Material:** Indicar el gasto efectuado en el mes por la adquisición de cloro o materiales empleados en la realización de nuevas conexiones o en la reparación de la red de distribución de agua.

## **3. Cobertura**

- Indicar el número de viviendas, conexiones domiciliarias, piletas públicas y viviendas no atendidas por el servicio de abastecimiento de agua. Tener el cuidado de que la suma de las tres últimas filas sea igual al número de viviendas existentes en la localidad.

Consignar la fecha y el nombre del encuestador con su respectiva firma.

**FORMULARIO M-3**

**FORMULARIO PARA EVALUAR EL ESTADO SANITARIO  
DE LA INFRAESTRUCTURA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

**1. Ubicación**

- Código:** Colocar el número asignado por el órgano de vigilancia a la comunidad, anexo o sector.
- Comunidad:** Indicar el nombre de la comunidad.
- Anexo/Sector:** Señalar si se trata de un anexo o de un sector.
- Distrito:** Indicar el distrito al cual pertenece el anexo o sector.
- Provincia:** Señalar la provincia donde se ubica el distrito.

**2. Del sistema de agua potable**

- **Antigüedad:** Indicar el número de años que tiene de construido el sistema de abastecimiento de agua.
- **Ejecutor:** Señalar la institución u organización que construyó el sistema de abastecimiento de agua.
- **Funcionamiento:** Consignar si el sistema de abastecimiento de agua funciona en forma continua o restringida como consecuencia del corte en el suministro o por falta de agua.

**3. Tipo de sistema de abastecimiento**

Marcar un aspa en el recuadro que corresponda.

**4. Fuente**

- Indicar si en tiempo de sequía, la fuente es capaz de producir más agua de lo que necesita la localidad. Esto se puede apreciar a través del funcionamiento de la tubería de rebose en la captación.
- De acuerdo con el tipo de sistema de abastecimiento de agua, se deberá aplicar el grupo de preguntas que corresponda.

**4.1 Captaciones y buzón de reunión**

- Indicar el número de captaciones y buzones de reunión.
- Para cada pregunta sobre las características presentes en las captaciones y buzón de reunión habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.

#### **4.2 *Pozo profundo***

- Señalar el tipo de pozo en evaluación (perforado o excavado), así como su profundidad en metros.
- Para cada pregunta acerca de las características presentes en el pozo de agua habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.

#### **4.3 *Galería filtrante y buzones de reunión***

- Indicar el número de buzones de reunión.
- Para cada pregunta acerca de las características presentes la galería filtrante y buzones de reunión habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.

#### **4.4 *Agua superficial con tratamiento***

- Indicar el tipo de fuente de abastecimiento de agua: vertiente (un pequeño curso de agua), lago, laguna, río, acequia y, si fuera cualquier otro tipo, indicar lo que corresponda.
- Señalar si el suministro de agua a la planta de tratamiento se realiza por bombeo o por gravedad.
- Para cada pregunta acerca de las características presentes en la planta de tratamiento habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.

#### **5. **Sistema de conducción** (línea de conducción y ventilaciones y caja rompedor en la línea de conducción).**

Para cada pregunta acerca de las características presentes en el sistema de conducción habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.

#### **6. **Sistema de distribución** (reservorio, línea de aducción, cajas rompedor, red de distribución y piletas públicas).**

Para cada pregunta acerca de las características presentes en el sistema de distribución habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.

#### **7. **Cloración****

- Indicar si la cloración se efectúa en forma permanente, de manera eventual o no es costumbre desinfectar el agua.
- Para cada pregunta acerca de las características del sistema de cloración habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.

Consignar la fecha y el nombre del encuestador con su respectiva firma.

FORMULARIO M-4

**FORMULARIO PARA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA Y EVALUACIÓN  
DE LA CALIDAD DEL SERVICIO**

**1. Ubicación**

**Código:** Colocar el número asignado por el órgano de vigilancia a la comunidad, anexo o sector.

**Comunidad:** Indicar el nombre de la comunidad.

**Anexo/Sector:** Señalar si se trata de un anexo o de un sector.

**Distrito:** Indicar el distrito al cual pertenece el anexo o sector.

**Provincia:** Señalar la provincia donde se ubica el distrito.

**2. Muestras**

**2.1 Red de distribución**

- Para cada una de las viviendas se llenarán los recuadros correspondientes con los datos solicitados como son dirección de la vivienda y nombre del entrevistado.
- **Hora de muestreo:** Indicar la hora de la toma de muestra.
- **Cloro residual:** Se anotará la concentración el cloro residual encontrado en el agua de la vivienda evaluada.
- **Número de muestra:** En el casillero se anotará el número de la muestra y del frasco conteniendo la muestra y que será enviado al laboratorio periférico para su análisis.

**2.2 Componentes**

- **Tipo:** Colocar en el recuadro el nombre de la estructura en la que se ha tomado la muestra de agua, como puede ser: captación, cámara reductora de presión, etc.
- **Hora de muestreo:** Indicar la hora de la toma de muestra.
- **Cloro residual:** Se anotará la concentración el cloro residual encontrado en el agua del componente evaluado.
- **Número de muestra:** En el casillero se anotará el número de la muestra y del frasco conteniendo la muestra y que será enviado al laboratorio periférico y al laboratorio central para su análisis, si fuera el caso.



### 3. Calidad del servicio

- Para cada una de las viviendas indicadas anteriormente se anotará las respuestas con respecto a continuidad, usos del agua, estado de o de los grifos y condición en que se encuentra la conexión domiciliaria.
- **Continuidad:** Consignar las horas por día y los días por semana con que cuenta con agua.
- **Usos del agua:** Indicar en que se emplea mayoritariamente el agua suministrado por el sistema de abastecimiento.
- **Estado del grifo:** Indicar si el grifo de agua tiene o no fuga de agua.
- **Conexiones domiciliarias:** Señalar si en la caja en donde se encuentra la conexión domiciliaria la tubería presenta fuga y/o si la caja se encuentra llena de agua.

Consignar la fecha y el nombre del encuestador con su respectiva firma.

FORMULARIO M-5

**FORMULARIO PARA VERIFICAR LOS HÁBITOS DE HIGIENE Y PRESENCIA DE ENFERMEDADES EN LA COMUNIDAD**

- Comunidad:** Indicar el nombre de la comunidad.  
**Código:** Colocar el número asignado por el órgano de vigilancia a la comunidad, anexo o sector.  
**Anexo/Sector:** Señalar si se trata de un anexo o sector.  
**Distrito:** Indicar el distrito al cual pertenece el anexo o sector.  
**Provincia:** Señalar la provincia donde se ubica el distrito.

- **Vivienda:** Consignar la dirección de la vivienda.
- **Agua:** Para cada pregunta habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.
- **Higiene personal:** Para cada pregunta habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda. En el ítem 2.2.3 se deberá indicar el número de veces que los pobladores se lavan las manos al día.
- **Letrinas:** Para cada pregunta habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.
- **Vivienda:** Para cada pregunta habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.
- **Disposición de basuras:** Para la pregunta habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.
- **Presencia de enfermedades:** Indicar el número de casos de enfermedades diarreicas e infecciones de la piel que se presentaron en la vivienda durante las dos últimas semanas.

Consignar la fecha y el nombre del encuestador con su respectiva firma.

## FORMULARIO PARA VERIFICAR LOS HÁBITOS DE HIGIENE EN LA POBLACIÓN ESCOLAR

- CE:** Indicar el nombre del Centro Educativo.
- Comunidad:** Indicar el nombre de la comunidad.
- Anexo/Sector:** Señalar si se trata de un anexo o sector.
- Distrito:** Indicar el distrito al cual pertenece el anexo o sector.
- Provincia:** Señalar la provincia donde se ubica el distrito.
- Código:** Colocar el número asignado por el órgano de vigilancia a la comunidad, anexo o sector.

- **Niños:** Consignar el nombre y grado de estudio.
- **Higiene personal:** Para cada pregunta habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.
- **Lavado de manos:** Para cada pregunta habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda. En el ítem 2.3 se deberá indicar el número de veces que los niños se lavan las manos al día.
- **Presencia de enfermedades:** Indicar el número de casos de enfermedades diarreicas e infecciones de la piel que se presentaron en la vivienda durante las dos últimas semanas.
- **Letrinas:** Corresponde a la letrina o letrinas con que cuenta el CE y para cada pregunta habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda. Emplear una columna por letrina.
- **Centro educativo:** Para cada pregunta habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.
- **Disposición de basura:** Para cada pregunta habrá que contestar SÍ o NO, según corresponda.

Consignar la fecha y el nombre del encuestador con su respectiva firma.

## **ANEXO 5**

# **TOMA DE MUESTRAS, PRESERVACIÓN Y REPORTE DE RESULTADOS**



## 1. Introducción

Uno de los principales componentes de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano es la evaluación y caracterización del agua suministrada a la población. La evaluación y caracterización del agua se efectúa mediante el análisis de muestras de agua obtenidas del sistema de abastecimiento.

El presente anexo está dirigido a brindar información sobre las consideraciones y cuidados que deben tenerse en cuenta durante el muestreo, que va desde la toma de la muestra hasta su llegada al laboratorio, así como la forma en que el laboratorio debe reportar los resultados de los análisis.

La recolección y el transporte de muestras deben satisfacer los siguientes requisitos:

### *Planificación del muestreo*

Ejecutar el muestreo con la frecuencia recomendada por la autoridad sanitaria.

### *Puntos de muestreo*

Seleccionar los puntos de muestreo de manera que las muestras obtenidas sean representativas del agua que fluye por la red de abastecimiento de agua.

### *Cuidado*

No contaminar la muestra de agua durante la etapa de obtención de la muestra ni durante el transporte.

### *Recolección*

Recolectar las muestras en el volumen adecuado y en frascos apropiados para el laboratorio.

### *Preservación*

Proteger la muestra de agua para evitar cualquier cambio significativo en la composición de la muestra antes de su análisis.

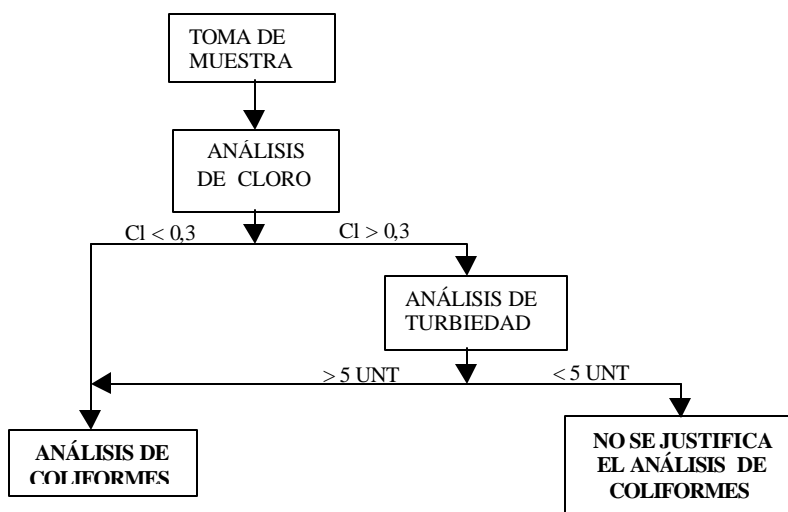
### *Identificación*

Describir claramente los detalles del muestreo en las tarjetas que acompañan a los frascos con las muestras de agua.

### Embalaje y transporte

Empacar convenientemente las muestras de agua para evitar la rotura de los envases o la contaminación del contenido y remitirlas lo antes posible al laboratorio para su análisis.

El criterio de toma de muestras para la realización del análisis bacteriológico deberá tener en cuenta la concentración de cloro libre y la turbiedad de acuerdo con lo indicado en la figura 1.



**Figura 1. Criterio de decisión para la ejecución del análisis de coliformes**

## 2. Recipientes y volúmenes

En la obtención de las muestras de agua para la realización de los análisis respectivos, es necesario tener en cuenta una serie de cuidados, en función del tipo de muestra.

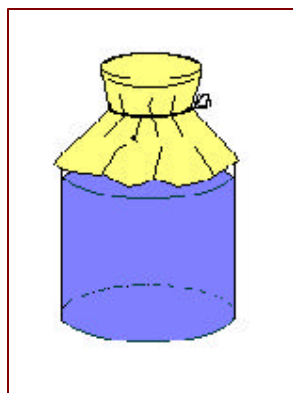
### a) Muestras para análisis bacteriológico

El frasco para la toma de muestras bacteriológicas debe ser esterilizable, preferentemente de vidrio, de boca ancha, con tapa o tapón de cierre seguro y de una capacidad no menor a 120 mL.

Estos frascos de muestreo deben ser lavados cuidadosamente y enjuagados profusamente de modo que no queden residuos de las sustancias químicas empleadas en el lavado. Antes del proceso de esterilizado, los frascos deben ser escurridos para eliminar la totalidad del agua; una vez secos, se les adiciona 2 ó 3 gotas de tiosulfato de sodio al 10%. Luego se les coloca una tira de papel *kraft* entre la tapa y el cuello del frasco para evitar su ajuste o atascamiento posterior. Asimismo, con la finalidad de preservarlos de la contaminación externa y el ingreso de corpúsculos extraños durante la manipulación,

transporte y muestreo, se coloca en la boca de los frascos un capuchón protector de papel kraft y se lo ata con soguilla o pabilo (véase la Figura 2).

Una vez preparado el frasco del modo descrito anteriormente, se procede a esterilizarlo en horno de aire caliente a 160 °C durante dos horas o en autoclave a 121 °C durante 20 minutos.



**Figura 2. Frasco de muestreo**

*b) Muestras para el análisis físico*

Los recipientes de muestreo empleados en este grupo de análisis pueden ser de plástico (polietileno o polipropileno) o de vidrio y de medio litro de capacidad.

Estos frascos deben ser lavados cuidadosamente con una solución de detergente y enjuagados con abundante agua. Luego se les adiciona una solución de ácido clorhídrico 1+1 y se vuelven a enjuagar con abundante agua. El enjuague final se realiza con agua destilada o desionizada. Terminado el enjuague final, se escurren y se les coloca el tapón respectivo.

*c) Muestras para el análisis químico*

Los recipientes de muestreo empleados en este grupo de análisis pueden ser de plástico (polietileno o polipropileno) o de vidrio y de un litro de capacidad. El procedimiento de lavado es semejante al anterior, a excepción de que la limpieza con ácido clorhídrico debe ser más exhaustiva.

Por el tipo de preservación, las muestras se dividen en dos grupos. Uno de ellos se destina a las determinaciones de:

- |            |            |                 |
|------------|------------|-----------------|
| - Calcio   | - Cloruros | - Dureza total  |
| - Magnesio | - Sulfatos | - Residuo total |
| - Fluoruro | - Nitrato  | - pH            |
| -Turbiedad |            |                 |



El segundo frasco está dirigido al análisis de:

- |            |             |            |
|------------|-------------|------------|
| - Aluminio | - Cinc      | - Cobre    |
| - Hierro   | - Manganeso | - Arsénico |
| - Cadmio   | - Cromo     | - Mercurio |
| - Plomo    |             |            |

### **3. Selección de puntos de muestreo en la red**

El muestreo tiene por finalidad determinar la *calidad del agua en el sistema de abastecimiento* bien sea en los componentes o a la altura del grifo del usuario, bien en algún otro punto de salida de agua destinada al consumo humano.

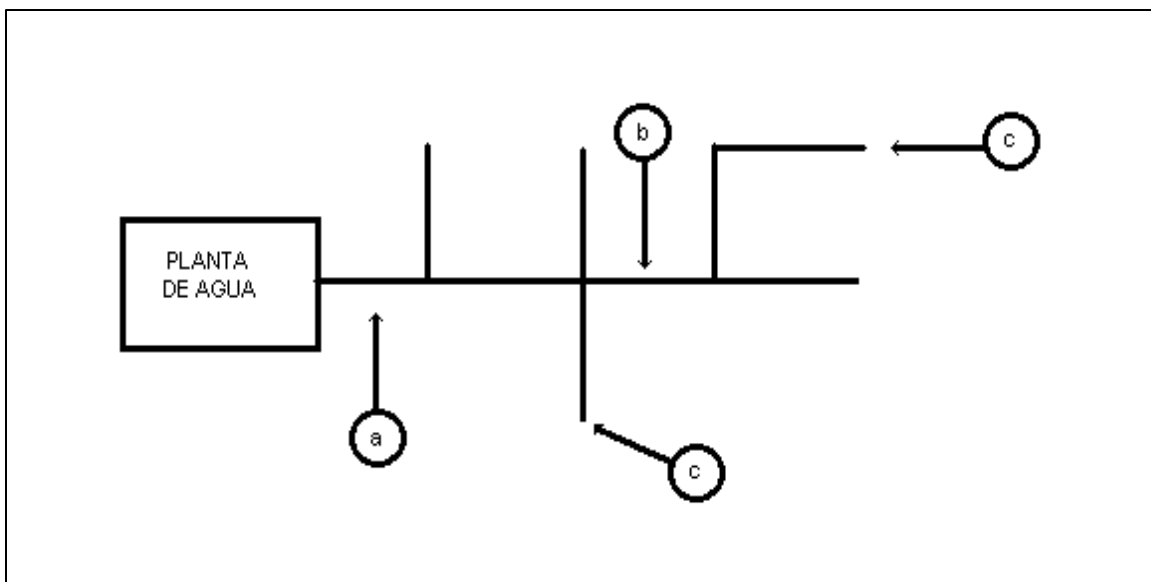
Por este motivo, es necesario seleccionar en la red de distribución puntos de muestreo que permitan tomar testigos representativos del agua existente. Se deben descartar puntos en el interior de viviendas que cuenten con almacenamiento privado. Los criterios generales por tomar en cuenta en la selección de los puntos de muestreo son los siguientes.

Los puntos de muestreo deben:

- Representar al sistema de abastecimiento de agua en su conjunto y a sus principales componentes.
- Representar la *calidad de las diferentes fuentes de abastecimiento de agua*. Los puntos de muestreo deben ubicarse inmediatamente después de la salida de la planta de tratamiento o pozo de agua.
- Representar las condiciones de los lugares más desfavorables del sistema desde el punto de vista de la posible contaminación.
- Estar distribuidos uniformemente a lo largo y ancho del sistema de abastecimiento de agua.
- Es necesario considerar la presencia de los diferentes componentes (tanques de almacenamiento y/o cámaras de bombeo).
- Se requiere tener en cuenta el número de habitantes servidos por el sistema de abastecimiento.
- Los puntos de muestreo se seleccionan en función del tipo de sistema de distribución, que pueden ser abiertos, cerrados o mixtos.
- Los puntos de muestreo más representativos en sistemas de distribución abiertos se ilustran en la Figura 3.
- Los puntos de muestreo más destacables en sistemas de distribución cerrados se muestran en la Figura 4.
- Finalmente, los puntos de muestreo más representativos en sistemas de distribución mixtos se presentan en la Figura 5.

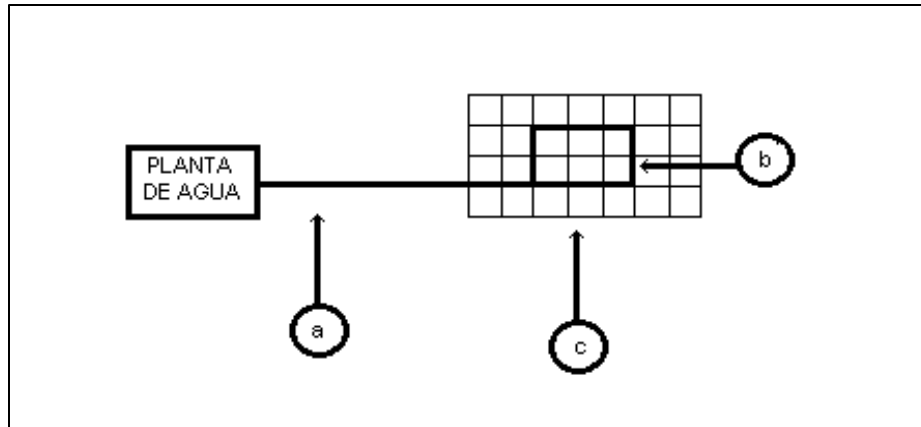
Adicionalmente, deben considerarse los aspectos siguientes:

- a) Puntos críticos de la red tales como zonas con redes antiguas, zonas con antecedentes de rotura continua, zonas de baja presión y zonas expuestas a aniegos frecuentes.
- b) Áreas de alta densidad poblacional.
- c) Puntos de abastecimiento a camiones cisterna y recolección individual.
- d) Zonas de industrias alimenticias.
- e) Zonas de emergencia.
- f) Zonas de recreación o de reuniones masivas.



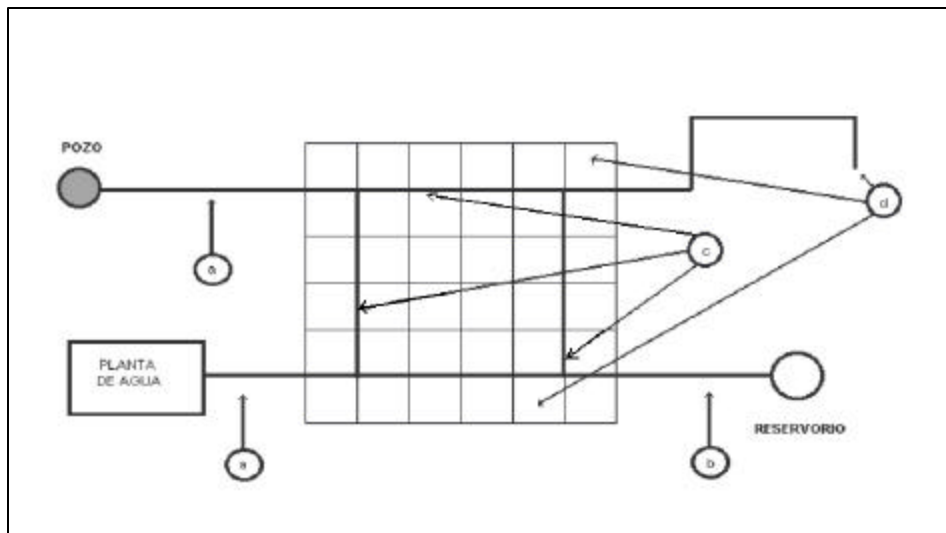
**Figura 3. Puntos de muestreo en sistemas de distribución abiertos**

- (a) A la salida de la planta de tratamiento de agua. Indica la calidad del agua que entra al sistema de distribución.
- (b) En un punto intermedio y que sea representativo del agua en la tubería principal.
- (c) En uno o más puntos que sean representativos del agua en los extremos de la red de distribución.



**Figura 4. Puntos de muestreo en sistemas de distribución cerrados**

- (a) A la salida de la planta de tratamiento. Indica la calidad del agua que entra al sistema de distribución.
- (b) En un punto que sea representativo del agua en el circuito principal.
- (c) En puntos que sean representativos del agua en los circuitos secundarios o al extremo de la red de distribución de agua.



**Figura 5. Puntos de muestreo en sistemas de distribución mixtos**

- (a) A la salida de la planta de tratamiento y/o pozos de agua. Indica la calidad del agua que entra al sistema de distribución.
- (b) A la salida de los componentes de almacenamiento.
- (c) En puntos que sean representativos del agua en el circuito principal.
- (d) En puntos que sean representativos del agua en los circuitos secundarios o en el extremo de la red de distribución de agua.

#### 4. Recolección de muestras

##### *Generalidades*

La recolección o toma de muestras se ejecuta en función de los tipos de estructuras o puntos de muestreo. Estos pueden clasificarse del modo siguiente:

- Componentes
  - Reservorios
  - Cisternas
- Red de distribución
  - Conexiones domiciliarias (conexión directa a la red)
  - Piletas
- Pozos excavados
- Manantiales

##### *Procedimientos*

Los cuidados de muestreo se realizan teniendo en cuenta el tipo de análisis; por lo tanto, los procedimientos aplicados son:

##### **a) Bacteriológico**

- Componentes (reservorios, cisternas y almacenamiento domiciliario)
  - *Limpieza*

Remueva todo tipo de residuos ubicados alrededor de la tapa con la ayuda de una escobilla.

- *Retiro de la tapa*

Remueva la tapa cuidadosamente, teniendo la precaución de que no caiga al interior del componente ningún tipo de residuo.

- *Apertura del frasco esterilizado*

Retire el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel, saque la cubierta y desenrosque el tapón.

– *Esterilización*

Con la ayuda de una llama encendida en una mota de algodón hidrófilo embebido en alcohol, esterilice la parte externa del frasco de muestreo.

– *Toma de muestra*

Luego de enfriado el frasco, con mucho cuidado introdúzcalo en la masa de agua sumergiéndolo hasta una profundidad de aproximadamente 20 centímetros.

– *Colocación del tapón*

Antes de colocar el tapón, vacíe una pequeña cantidad de agua para disponer de un espacio de aire que, a su vez, facilitará la agitación de la muestra durante la etapa de análisis.

A continuación coloque el tapón en el frasco y la cubierta protectora de papel kraft. Sujétela en su lugar mediante el cordón.

• Red de distribución (conexiones domiciliarias y piletas)

– *Limpieza del grifo*

Retire del grifo cualquier material que se encuentre adherido y que pueda causar salpicaduras. Utilizando una tela limpia, frote la boca de salida para quitar cualquier suciedad que pudiera existir en ella.

– *Drenaje del grifo*

Abra la llave del grifo hasta que alcance su flujo máximo y deje correr el agua durante 1-2 minutos.

– *Esterilización*

Antes de tomar la muestra de agua, cierre el grifo y esterilícelo durante un minuto con la llama encendida de una mota de algodón hidrófilo remojado en alcohol. Como alternativa puede utilizar un mechero de gas o encendedor.

– *Drenaje del grifo antes del muestreo*

Abra el grifo cuidadosamente y permita que el agua fluya durante 1-2 minutos adicionales a bajo caudal como para llenar fácilmente el frasco de muestreo.

– *Apertura del frasco esterilizado*

Desamarre el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel y saque la cubierta.

– *Toma de muestra*

Mientras mantiene la tapa en la mano, ponga inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua y llénelo. Deje un pequeño espacio de aire para facilitar la agitación durante la etapa de análisis.

– *Colocación del tapón al frasco*

Coloque el tapón en el frasco o enrosque la tapa fijando la cubierta protectora de papel en su lugar mediante el cordón.

• Pozos excavados

– *Colocación de la extensión*

Amarre al extremo del frasco un cordón limpio enrollado alrededor de una estaca.

– *Apertura del frasco esterilizado*

Retire el cordón que sujeta la cubierta protectora de papel, retire la cubierta hacia afuera y desenrosque el tapón.

– *Esterilización*

Con la ayuda de una llama encendida en una mota de algodón hidrófilo embebido en alcohol, esterilice la parte externa del frasco de muestreo.

– *Toma de muestra*

Luego de enfriado el frasco, hágalo descender al pozo desenrollando lentamente el cordón hasta que alcance el nivel de agua. No permita que el frasco toque las paredes del pozo. Sumerja el frasco completamente en el agua.

– *Elevación del frasco*

Una vez que considere que el frasco está lleno, vuelva a enrollar la cuerda alrededor de la estaca para subir el frasco.

– *Colocación del tapón*

Antes de colocar el tapón, vacíe una pequeña cantidad de agua para permitir un espacio de aire, que facilitará la agitación de la muestra durante la etapa de análisis. A continuación coloque el tapón en el frasco y la cubierta protectora de papel kraft y sujétela en su lugar mediante el cordón.

• Manantiales

La toma de muestras de agua en manantiales puede ejecutarse siguiendo la metodología descrita en componentes o en pozos excavados. El procedimiento de muestreo depende de las facilidades existentes en el lugar de muestreo.

• Cursos de agua

– *Apertura del frasco esterilizado*

Retire el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel, retire la cubierta hacia afuera y desenrosque el tapón.

– *Toma de muestra*

Sostenga el frasco por la parte inferior y sumérjalo hasta una profundidad de 20 centímetros con la boca ligeramente hacia arriba. Si existe corriente de agua, la boca del frasco debe orientarse hacia ella.

– *Colocación de tapón*

Antes de colocar el tapón, vacíe una pequeña cantidad de agua permitiendo un pequeño espacio de aire para facilitar la agitación de la muestra durante la etapa de análisis. A continuación coloque el tapón en el frasco y la cubierta protectora de papel kraft y sujétela en su lugar mediante el cordón.

**b) Químico**

En estos casos específicos, durante el muestreo se deben tener en cuenta los mismos cuidados indicados en el parte bacteriológica.

La única excepción está dada en el enjuague de los recipientes de muestreo durante el acto de la toma del testigo, el cual debe ejecutarse dos veces consecutivas antes de toma la muestra definitiva. Luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis que se va a ejecutar, se añade el preservante adecuado.

## 5. Identificación

Una vez tomada la muestra, el frasco deberá ser rotulado con el número de código de la localidad, la fecha de muestreo y el número de la muestra. Los datos básicos deberán ser consignados en el formulario M-4 presentado en el anexo 4.

Debe tenerse el cuidado de que el código de la muestra que figura en el frasco sea el mismo que está escrito en el formulario M-4.

## 6. Preservación

Es imposible precisar el tiempo que puede transcurrir desde la toma de la muestra hasta su análisis. En líneas generales debe tenerse en cuenta lo siguiente:

### *Análisis bacteriológico*

Muestras de agua potable sospechosas de estar ligeramente contaminadas y sin ningún tipo de preservación (refrigeración), se pueden aceptar hasta dos horas entre el muestreo y el inicio del análisis. Las muestras refrigeradas deben ser analizadas dentro de las 24 horas después de ser tomadas.

### *Análisis químico*

Este grupo de análisis debe dividirse en dos partes. La primera está conformada por calcio, cloruros, dureza total, magnesio, sulfatos, residuo total, fluoruro, nitrato, pH y turbiedad, que sólo requieren refrigeración y un período máximo de siete días entre el muestreo y el análisis.

El segundo grupo está representado por aluminio, cinc, cobre, hierro, manganeso, arsénico, cadmio, cromo, mercurio y plomo. Para su preservación requieren la adición de 5 mililitros de ácido nítrico concentrado por litro de muestra y el tiempo entre muestreo y análisis puede ser de hasta tres meses. En el Cuadro 1 se presentan los tipos de preservantes que deben emplearse en la conservación de las muestras de agua.

**Cuadro 1. Recipientes y tipos de preservantes por grupo de determinaciones**

Determinación	Tipo de recipiente y volumen (*)		Preservante
<b>Bacteriológico</b>	V	120 mL	Refrigeración a 4 °C
<b>Físico</b>			
No metales	P, V	500 mL	Refrigeración a 4 °C
Metales	P, V	500 mL	Acido nítrico 5 mL/L
<b>Químico</b>			
No metales	P, V	500 mL	Refrigeración a 4 °C
Metales	P, V	1000 mL	Acido nítrico 5 mL/L

(\*) V = Vidrio. P = Plástico.



## **7. Embalaje y transporte**

Las muestras que se remitan al laboratorio regional o laboratorio central deberán ser embaladas adecuadamente en cajas resistentes.

El frasco o los frascos deberán ir acondicionados en el interior del embalaje de forma tal que no se presente la probabilidad de que choquen entre ellos y se rompan. En los casos en que sea necesario refrigerarlos, deberá tenerse en cuenta este aspecto, ya que es necesario considerar el espacio adicional para las mezclas refrigerantes o el hielo.

## **8. Reporte de resultados**

Los modelos de formularios para el reporte de los resultados de las pruebas analíticas por parte de los laboratorios periféricos y central se muestran en los cuadros 2 y 3.

FORMULARIO L-1

**MINISTERIO DE SALUD  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CUZCO  
PROYECTO SANBASUR**

**REPORTE DE ANÁLISIS EN MUESTRAS DE AGUA  
*Laboratorio periférico***

**Procedencia** \_\_\_\_\_ **Código** \_\_\_\_\_

Localidad: \_\_\_\_\_ Distrito: \_\_\_\_\_  
Provincia: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

**Muestreo**

Fecha de muestreo: \_\_\_\_\_  
Fecha y hora de ingreso al laboratorio: \_\_\_\_\_  
Fecha y hora de análisis: \_\_\_\_\_  
Muestreado por: \_\_\_\_\_

**Resultados**

**Red de distribución**

Vivienda	Código de laboratorio	Dirección	Hora de muestreo	Turbiedad (UNT)	Cloro residual (mg/L)	Coliformes UFC/100 mL	
						Totales	Termo-tolerantes
1							
2							
3							
4							
5							
6							

**Componentes**

Orden	Código de laboratorio	Tipo	Hora de muestreo	Turbiedad (UNT)	Cloro residual (mg/L)	Coliformes UFC/100 mL	
						Totales	Termo-tolerantes
1							
2							
3							

Fecha: \_\_\_\_\_

Analista: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

**MINISTERIO DE SALUD**  
**DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL-CUZCO**  
**PROYECTO SANBASUR**

***REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO EN MUESTRAS DE AGUA***  
***Laboratorio central***

**Procedencia****Código** \_\_\_\_\_

Lugar de muestreo: \_\_\_\_\_

Localidad: \_\_\_\_\_

Distrito: \_\_\_\_\_

Provincia: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_

**MUESTREO**

Fecha y hora de muestreo: \_\_\_\_\_

Fecha y hora de ingreso al laboratorio: \_\_\_\_\_

Fecha de inicio de análisis: \_\_\_\_\_

Muestreado por: \_\_\_\_\_

**Resultados**

<b>Parámetro</b>	<b>Expresión</b>	<b>Concentración</b>
Turbiedad	UNT	
pH	Unidad de pH	
Aluminio	mg/L como Al	
Calcio	mg/L como Ca	
Cinc	mg/L como Zn	
Cloruro	mg/L como Cl	
Cobre	mg/L como Cu	
Dureza total	mg/L como CaCO <sub>3</sub>	
Hierro	mg/L como Fe	
Magnesio	mg/L como Mg	
Manganeso	mg/L como Mn	
Sulfato	mg/L como SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	
Residuo total	mg/L	
Arsénico	mg/L como As	
Cadmio	mg/L como Cd	
Cromo	mg/L como Cr	
Fluoruro	mg/L como F	
Mercurio	mg/L como Hg	
Nitrato	mg/L como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
Plomo	mg/L como Pb	

Fecha: \_\_\_\_\_

Analista: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

## **ANEXO 6**

# **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN**



**Programa del Curso de Capacitación de Técnicos en Saneamiento**

<b>Hora</b>	<b>Tema</b>	<b>Tipo de sesión</b>
8.00 – 8.30	Inscripción	
8.30 – 8.45	Presentación de participantes y expectativas	Dinámica de grupo
8.45 – 9.15	Agua y salud	Exposición
9.15 – 10.00	Conceptos sobre control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano	Exposición
10.00 – 10.15	<b>Receso</b>	
10.15 – 10.45	Normas de calidad del agua para consumo humano	Exposición
10.45 – 11.30	Identificación de las características de los servicios de abastecimiento de agua	Exposición
11.30 – 12.30	Inspección sanitaria	Exposición
12.30 – 13.30	<b>Almuerzo</b>	
13.30 – 14.00	Inspección sanitaria	Exposición
14.00 – 14.45	Técnicas sobre toma de muestras y preservación de las mismas	Exposición
14.45 – 15.30	Análisis de campo	Práctica
15.30 – 15.45	<b>Receso</b>	
15.45 – 16.15	Interpretación y análisis de resultados	Exposición
16.15 – 16.45	Identificación de medidas correctivas	Taller
16.45 – 17.30	Mesa redonda	Mesa redonda
17.30 – 17.45	Evaluación del curso-taller	Evaluación
17.45 – 18.00	Clausura	



## **ANEXO 7**

# **FLUJO DE INFORMACIÓN**





## 1. Introducción

Los resultados de la evaluación del servicio de abastecimiento de agua –que considera la calidad del agua, la inspección sanitaria, el estado de la gestión del servicio, los hábitos de higiene en la comunidad y la prevalencia de las enfermedades relacionadas con el agua– deben fluir hacia los niveles superiores correspondientes para calificar la calidad del servicio e identificar las medidas correctivas necesarias con el propósito de mejorar el servicio de abastecimiento de agua en beneficio de la salud de los usuarios.

Para el cumplimiento del objetivo de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, se hace necesario identificar a las instancias que en ella intervienen y definir las responsabilidades de cada uno de los participantes, así como las rutas que debe seguir la información a través de todo el sistema administrativo del servicio de salud en la Región de Salud del Cuzco hasta llegar al órgano responsable de la vigilancia de la calidad del agua.

## 2. Reporte de resultados

Los resultados de los análisis realizados a las muestras de agua en la comunidad, el laboratorio periférico y el laboratorio central, así como la información relacionada con la inspección sanitaria, gestión del sistema, enfermedades prevalentes y hábitos de higiene, deben ser elevados a los niveles correspondientes, donde deberán ser procesados convenientemente con el objetivo de determinar la calidad del agua destinada al consumo humano, la calidad del servicio de abastecimiento de agua existente en cada comunidad evaluada y los principales defectos identificados, conjuntamente con los tipos de intervenciones requeridas y tendientes a recuperar la calidad del servicio.

En un primer momento, hasta que se asignen responsabilidades a otros actores involucrados en el seguimiento y supervisión de los sistemas comunitarios de abastecimiento de agua, la información que debe ser remitida al nivel inmediato superior por cada uno de los actores pertenecientes a las instituciones de salud a nivel descentralizado son las siguientes:

- Inspector sanitario:
  - Acta de inspección sanitaria (anexo X)
  - Formulario M-1 - “Registro de la comunidad” (anexo IV)
  - Formulario M-2 - “Evaluación de la gestión y cobertura” (anexo IV)
  - Formulario M-3 - “Evaluación del estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua” (anexo IV)
  - Formulario M-4 - “Toma de muestras de agua y evaluación de la calidad del servicio” (anexo IV)
  - Formulario M-5 - “Verificación de hábitos de higiene y presencia de enfermedades en la comunidad” (anexo IV)
  - Formulario M-6 - “Verificación de hábitos de higiene en la población escolar” (anexo IV)

- Laboratorio periférico:

Formulario L-1 - “Reporte de análisis en muestras de agua” (cuadro 2, anexo V)

- Laboratorio central:

Formulario L-2 - “Reporte de análisis fisicoquímico en muestra de agua” (cuadro 3, anexo V)

### **3. Planificación**

Teniendo en cuenta que el personal de salud tiene que visitar una vez por mes cada comunidad y que esta visita puede demandar la realización de una inspección sanitaria, evaluación de la gestión y evaluación de los hábitos de higiene, así como de análisis de agua a nivel local, de laboratorio periférico o de laboratorio central, se hace necesario que el órgano encargado de la vigilancia de la calidad del agua, conjuntamente con el laboratorio, planifique todas estas actividades. Deberá ponerse especial cuidado en lo que respecta a análisis fisicoquímico y de metales a fin de evitar el congestionamiento innecesario del laboratorio central.

### **4. Flujo de información**

Los resultados de la evaluación de la calidad del agua, estado de la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua, situación de la gestión del sistema; hábitos de higiene y nivel de enfermedades prevalentes deben ser puestos en conocimiento de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento y de las autoridades correspondientes para la pronta implementación de las medidas correctivas, así como del órgano de vigilancia para el monitoreo del cumplimiento a fin de lograr la mejora de la calidad del agua destinada al consumo humano.

A su vez, el órgano de vigilancia, debe resumir periódicamente toda la información relacionada con la calidad del agua a fin de ponerla en conocimiento de las autoridades correspondientes. Estos procesos se realizarían de manera continua, alimentados por un eficiente sistema de información, a nivel regional y nacional. En la figura 1 se presenta un esquema de flujo de información y notificación.

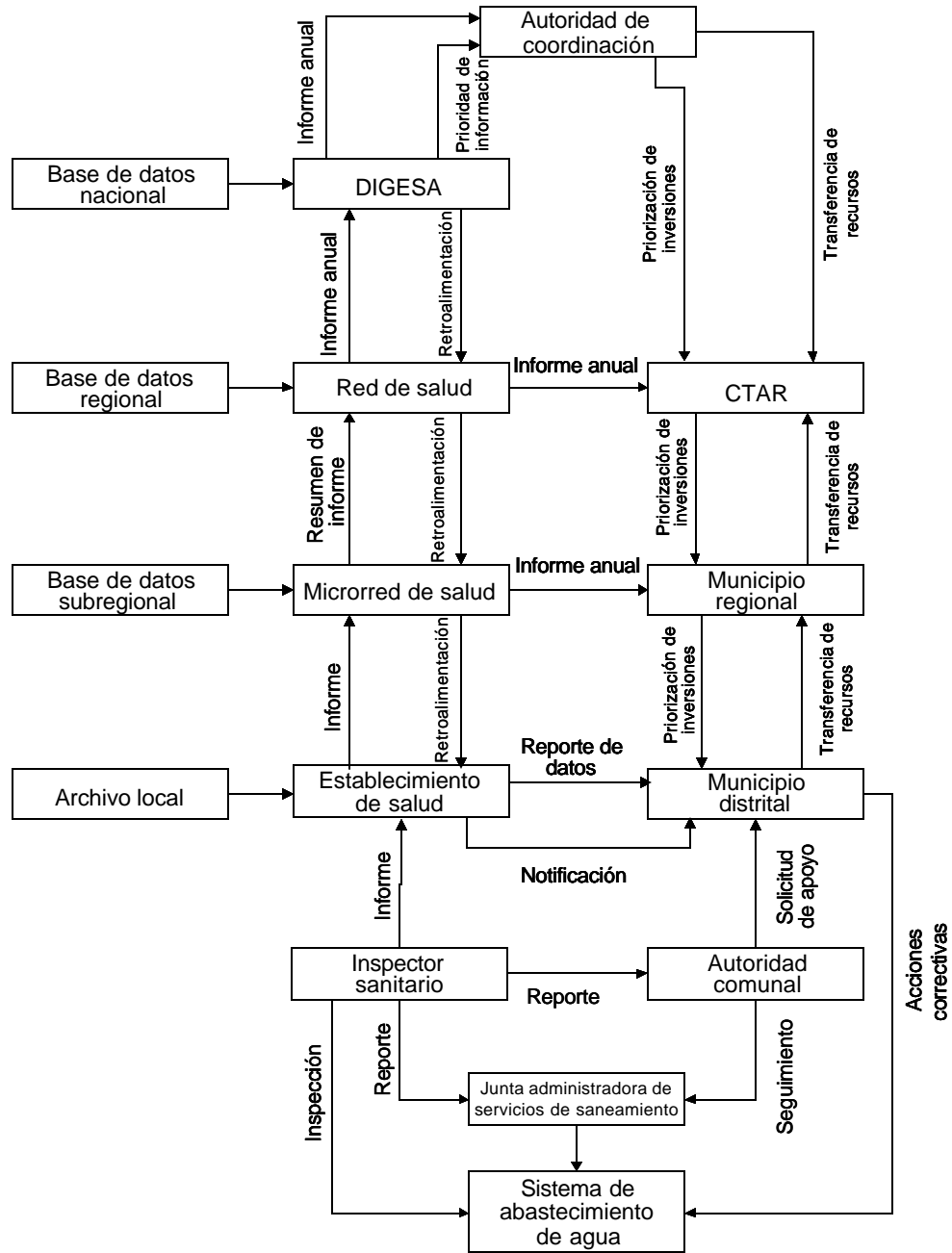


Figura 1. Flujo de información. Vigilancia de la calidad de los servicios de abastecimiento de agua

## 5. Notificación y seguimiento

El personal de salud del puesto de salud o centro de salud responsable de la evaluación de la situación de la gestión administrativa, calidad de agua, estado del sistema de abastecimiento, estado de higiene y enfermedades prevalentes debe notificar a la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento de la comunidad inspeccionada, así como a la autoridad comunal, los resultados de sus observaciones, conjuntamente con una relación de las medidas correctivas necesarias para mejorar la calidad del agua y del servicio de abastecimiento de agua.

La notificación a la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento se realiza mediante el Formulario N-1 cuando se trata de la primera vez y del Formulario N-2 en caso de no ser atendida la primera notificación.

El Formulario N-1 consta de dos partes: la primera corresponde a los resultados analíticos (coliforme, turbiedad y cloro libre) de cada uno de los puntos evaluados y que no cumplen con las disposiciones de la autoridad sanitaria; la segunda enumera las fallas o defectos físicos que presenta el sistema de abastecimiento de agua, los problemas de la gestión administrativa del servicio de abastecimiento de agua, el estado situacional de los hábitos higiénicos y el nivel de las enfermedades. Este formulario tiene la finalidad de que la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento proceda a programar las acciones necesarias para revertir las fallas o defectos indicados en el informe o solicitar el apoyo correspondiente ante las autoridades pertinentes.

El formulario N-2 se aplica cuando se detecta que la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento ha hecho caso omiso a la primera notificación o cuando, a pesar de las acciones correctivas, las fallas o deficiencias aún persisten.

Las notificaciones N-1 y N-2 deben prepararse por triplicado y distribuido de la forma siguiente:

- Archivo de la institución de salud que realizó las observaciones 1 copia
- Junta Administradora de Servicios de Saneamiento de la comunidad evaluada 1 copia
- Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental 1 copia

Trimestralmente, el personal de salud del puesto o centro de salud encargado de las evaluaciones de los sistemas de abastecimiento de agua, debe informar al nivel inmediatamente superior las acciones realizadas en el trimestre precedente por medio de los formularios S-1 y S-2. En estos formularios se anotarán para cada comunidad lo relativo a la toma de muestras de agua, notificaciones y principales defectos en el sistema de abastecimiento de agua, así como las observaciones sobre la gestión, hábitos de higiene y número de enfermedades detectadas.

El Formulario S-1 debe prepararse por triplicado y distribuirse de la forma siguiente:

- Archivo de la institución de salud que realizó las observaciones 1 copia
- Autoridad de Salud inmediatamente superior 1 copia
- Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental 1 copia

**FORMULARIO N-1**

Señor Presidente  
Junta Administradora de Agua Potable de .....  
Presente

Ref.: Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano

De nuestra consideración:

En la evaluación realizada el día ..... en el servicio de abastecimiento de agua de su comunidad se encontró que la calidad del servicio de agua no cumple con las disposiciones sanitarias vigentes. Los resultados de los análisis de agua observados son:

Punto de muestreo	Coliformes/100 mL	Turbiedad (UNT)	Cloro libre (mg/L)
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

Los valores aceptados para cada uno de los parámetros indicados son:

Coliformes/100 mL	0
Turbiedad	Menor que 5 UNT
Cloro libre	Mayor que 0,3 mg/L

Asimismo, se han detectado los siguientes defectos en el sistema de abastecimiento de agua que es necesario subsanar a fin de mejorar la calidad del servicio de agua.

.....  
.....  
.....  
.....

De la misma manera, en el aspecto de la gestión administrativa, hábitos de higiene y enfermedades vinculadas con el mal manejo del agua, se han detectado los siguientes problemas:

.....  
.....  
.....  
.....

A la espera de que a la brevedad posible se tomen las medidas correctivas pertinentes para remediar las anomalías observadas, quedamos de ustedes.

Muy atentamente,

.....  
Técnico de salud

.....  
Director Local

cc: Archivo

**FORMULARIO N-2**

Señor Presidente  
Junta Administradora de Agua Potable de .....  
Presente

Ref.: Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano

De nuestra consideración:

Con fecha ..... le notificamos por primera (segunda) vez que como resultado de las inspecciones realizadas al sistema de abastecimiento que usted preside, se habían realizado las observaciones siguientes:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Habiendo transcurrido ..... días sin que se haya tomado acción correctiva alguna, reiteramos por segunda (tercera) vez nuestras observaciones para que se implementen las correspondientes medidas correctivas a fin de salvaguardar la salud de los usuarios del servicio de abastecimiento de agua.

Sin otro particular, quedamos de ustedes.

Muy atentamente,

.....  
Técnico de salud

.....  
Director Local









## **ANEXO 8**

### **LOCALIDADES INCLUIDAS EN LA EVALUACIÓN**



**Cuadro 1. Sistema de abastecimiento de agua, proyecto SANBASUR**

N.º	N.º	Comunidad	Provincia	Distrito	Fuente de agua	N.º benef.
<b>ACOMAYO</b>						
1	15	REHAB. KUÑUTAMBO	Acomayo	Rondocán	subterránea	600
2	16	REHAB. RONDOCÁN	Acomayo	Rondocán	subterránea	582
3	17	SAN JUAN DE QUIHUARES	Acomayo	Rondocán	subterránea	630
4	18	REHAB. YARCACUNCA	Acomayo	Rondocán	subterránea	570
5	41	PAROCCOCHA	Acomayo	Rondocán	subterránea	180
6	42	HUAQUY PARARA	Acomayo	Rondocán	subterránea	132
<b>CALCA</b>						
1	22	SAYHUA-SECTOR QUEBRADA	Calca	Lamay	subterránea	312
2	32	POQUES	Calca	Lamay	subterránea	324
3	48	SAYHUA	Calca	Lamay	subterránea	155
4	49	PAMPAYPATA	Calca	Lamay	subterránea	120
5	72	HUANCCO	Calca	Lamay	subterránea	245
		Huancco sector 1	Calca	Lamay	subterránea	130
		Huancco sector 2	Calca	Lamay	subterránea	115
6	151	COCHAYOC CC CACHIN	Calca	Lares	subterránea	220
7	152	MAUCAU CC PAMPACORRAL	Calca	Lares	subterránea	190
8	153	CONCEVIDAYOC	Calca	Yanatile	subterránea	160
9	154	MUYUPAY	Calca	Yanatile	subterránea	175
10	160	URCO (REHAB.)	Calca	Calca	subterránea	300
11	162	DESAGÜE CHANCAMAYO	Calca	Calca	subterránea	290
<b>CHUMBIVILCAS</b>						
1	1	HUAÑACAHUA	Chumbivilcas	Quiñota	subterránea	145
2	2	MATARA ATTA PALLPA	Chumbivilcas	Quiñota	subterránea	195
3	3	ALQA VICTORIA	Chumbivilcas	Velille	subterránea	222
4	4	AÑAHUICHI	Chumbivilcas	Chamaca	subterránea	252
5	5	UCHUCCARCO	Chumbivilcas	Chamaca	subterránea	504
6	6	AYACCASI	Chumbivilcas	Velille	subterránea	258
7	7	CHAMACA	Chumbivilcas	Chamaca	subterránea	895
8	11	QUIÑOTA	Chumbivilcas	Quiñota	subterránea	615
9	19	CCORCAYOC ATTA PALLPA	Chumbivilcas	Quiñota	subterránea	420
10	20	SECTOR CENTRO ATTA PALLPA	Chumbivilcas	Quiñota	subterránea	255
11	21	ALLPA ORCUNA ATTA PALLPA	Chumbivilcas	Quiñota	subterránea	180
12	29	CHACARAYA	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	390
		Chacaraya sector 1	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	220
		Chacaraya sector 2	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	170
13	30	CHALLA CHALLA	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	165
14	31	TACLLAPAMPA	Chumbivilcas	Velille	subterránea	135
15	33	PAMPALLACTA	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	150
16	43	KUTUTO	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	320
17	44	LLUSCO	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	995
18	45	MOSCCO	Chumbivilcas	Santo Tomás	subterránea	260
19	46	VELILLE	Chumbivilcas	Velille	subterránea	650
		Velille sector 1	Chumbivilcas	Velille	subterránea	400
		Velille sector 2	Chumbivilcas	Velille	subterránea	250
20	47	CONDES PULPERA	Chumbivilcas	Santo Tomás	subterránea	1.050
21	53	CCACHO	Chumbivilcas	Chamaca	subterránea	240
22	54	QUELLOMARCA	Chumbivilcas	Chamaca	subterránea	220
23	79	OCRA-POROHUANI	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	125

N.º	N.º	Comunidad	Provincia	Distrito	Fuente de agua	N.º benef.
		Ocra sector 1	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	60
		Porohuani sector 1	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	65
24	80	CAPILLANIYOC	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	170
25	86	CHIRIPA	Chumbivilcas	Capacmarca	subterránea	110
26	87	QANTUTA	Chumbivilcas	Colquemarca	subterránea	310
		Qantuta sector 1	Chumbivilcas	Colquemarca	subterránea	220
		Qantuta sector 2	Chumbivilcas	Colquemarca	subterránea	90
27	88	TOMAPARADA	Chumbivilcas	Colquemarca	subterránea	165
28	89	HUISURAY	Chumbivilcas	Colquemarca	subterránea	145
29	90	EL PORVENIR	Chumbivilcas	Velille	subterránea	315
30	91	LIMAMAYO	Chumbivilcas	Chamaca	subterránea	195
		Limamayo sector	Chumbivilcas	Chamaca	subterránea	100
		Limamayo sector	Chumbivilcas	Chamaca	subterránea	95
31	92	AMPLIACION VELILLE	Chumbivilcas	Velille	subterránea	1.750
		Velilles sector 1	Chumbivilcas	Velille	subterránea	1.000
		Velilles sector 2	Chumbivilcas	Velille	subterránea	750
32	96	PORCHON	Chumbivilcas	Santo Tomás	subterránea	155
33	97	CHULLUNQUIA RICRAYOC	Chumbivilcas	Santo Tomás	subterránea	180
		Chullunquia	Chumbivilcas	Santo Tomás	subterránea	90
		Ricrayoc	Chumbivilcas	Santo Tomás	subterránea	90
34	98	HUAYLLAPATA	Chumbivilcas	Santo Tomás	subterránea	385
35	99	TUNYO	Chumbivilcas	Quiñota	subterránea	180
36	103	ANQOQALA	Chumbivilcas	Velille	subterránea	275
37	116	COLLPA- ASSIAJASI	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	330
		Collpa	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	115
		Assiajashi	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	215
38	117	PERCATUYO	Chumbivilcas	Llusco	subterránea	280
39	118	YANQUE	Chumbivilcas	Capacmarca	subterránea	520
40	120	CENTRO INGATA	Chumbivilcas	Chamaca	subterránea	250
41	124	PUMAPUJIO TAWAY HUANCALLO	Chumbivilcas	Capacmarca	subterránea	225
		Pumapujio sector 1	Chumbivilcas	Capacmarca	subterránea	110
		Pumapujio sector 2	Chumbivilcas	Capacmarca	subterránea	115
42	125	UCHUCARCO-FUNDICIÓN	Chumbivilcas	Chamaca	subterránea	180
43	127	COCHAPATA-CUCHINCHA- YURAQAQA	Chumbivilcas	Quiñota	subterránea	145
44	130	LLOQUETA- CHALANSILLO	Chumbivilcas	Quiñota	subterránea	160
		Loqueta	Chumbivilcas	Quiñota	subterránea	100
		Chalansillo	Chumbivilcas	Quiñota	subterránea	60
45	150	AMPO	Chumbivilcas	Colquemarca	subterránea	245
		Ampo sector 1	Chumbivilcas	Colquemarca	subterránea	120
		Ampo sector 2	Chumbivilcas	Colquemarca	subterránea	125
<b>LA CONVENCION</b>						
1	133	CHAHUARES	La Convención	Echarate	subterránea	295
		Chahuares sector 1	La Convención	Echarate	subterránea	220
		Chahuares sector 2	La Convención	Echarate	subterránea	45
		Chahuares sector 3	La Convención	Echarate	subterránea	20
2	134	HUAYANAY	La Convención	Santa Ana	subterránea	900
		Huayanay sector 1	La Convención	Santa Ana	subterránea	500
		Huayanay sector 2	La Convención	Santa Ana	subterránea	400
3	135	VERSALLES	La Convención	Maranura	subterránea	175
4	136	SANTUATO	La Convención	Echarate	subterránea	220

N.º	N.º	Comunidad	Provincia	Distrito	Fuente de agua	N.º benef.
		Santuato sector 1	La Convención	Echarate	subterránea	190
		Santuato sector 2	La Convención	Echarate	subterránea	30
5	137	CHAUPIMAYO	La Convención	Echarate	subterránea	225
6	138	CHIRUMBIA	La Convención	Quellouno	subterránea	200
7	139	ARAYPALLPA	La Convención	Colcha	subterránea	385
8	141	SANTUSAIRES	La Convención	Quellouno	subterránea	180
9	143	MASAPATA	La Convención	Santa Ana	subterránea	125
10	144	LLUYCHO	La Convención	Maranura	subterránea	125
11	156	CHOQUELLOHUANCO	La Convención	Huayopata	subterránea	235
		Choquellohuanco sector 1	La Convención	Huayopata	subterránea	110
		Choquellohuanco sector 2	La Convención	Huayopata	subterránea	125
12	157	JUAN VELASCO	La Convención	Huayopata	subterránea	325
13	158	SAN LORENZO	La Convención	Ocobamba	subterránea	290
<b>PARURO</b>						
1	8	SAN JUAN DE TARAY	Paruro	Yaurisque	subterránea	240
2	9	HACCA	Paruro	Omacha	subterránea	510
3	10	KARUSPAMPA	Paruro	Paccarectambo	subterránea	264
4	12	CCAPI	Paruro	Ccapi	subterránea	810
5	13	COYABAMBA	Paruro	Ccapi	subterránea	1,080
6	14	PACLLA	Paruro	Omacha	subterránea	450
		Sector 1 Paclla	Paruro	Omacha	subterránea	200
		Sector 1 Paclla	Paruro	Omacha	subterránea	150
		Sector 1 Paclla	Paruro	Omacha	subterránea	100
7	39	SUTICC PUNA	Paruro	Paruro	subterránea	179
8	40	PUCA PUCA	Paruro	Paruro	subterránea	115
9	50	CHIFYA	Paruro	Huanoquite	subterránea	250
10	51	TOCTOHUAYLLA	Paruro	Huanoquite	subterránea	200
11	52	YAUURISQUE	Paruro	Yaurisque	subterránea	610
12	59	CHAPINA	Paruro	Omacha	subterránea	130
13	60	OSCOLLOPATA	Paruro	Omacha	subterránea	300
14	61	TAHUI	Paruro	Omacha	subterránea	195
15	62	TAUCABAMBA	Paruro	Ccapi	subterránea	91
16	63	PARCCO	Paruro	Ccapi	subterránea	189
17	74	QOSQOITE	Paruro	Ccapi	subterránea	330
18	81	PERCAJATA	Paruro	Omacha	subterránea	230
19	82	LEQUEUCO-RIO BRANCO - HATUNCACHI	Paruro	Omacha	subterránea	370
		Lequeuco sector 1	Paruro	Omacha	subterránea	300
		Lequeuco sector 2	Paruro	Omacha	subterránea	70
20	83	OMACHA	Paruro	Omacha	subterránea	375
21	93	VISTA ALEGRE	Paruro	Ccapi	subterránea	155
22	94	UCHUCO - QUEHUAYLLO	Paruro	Ccapi	subterránea	180
		Uchuco	Paruro	Ccapi	subterránea	90
		Quehuayllo	Paruro	Ccapi	subterránea	90
23	95	CHOCHO	Paruro	Ccapi	subterránea	95
24	100	PARCCO	Paruro	Accha	subterránea	385
25	101	COCHAPATA	Paruro	Yaurisque	subterránea	325
26	102	UYLLUMPA	Paruro	Ccapi	subterránea	150
27	107	PICHACA	Paruro	Omacha	subterránea	200
28	108	ANTAYAJE	Paruro	Omacha	subterránea	355
29	114	POMATE	Paruro	Yaurisque	subterránea	325
		Pomate sector 1	Paruro	Yaurisque	subterránea	80
		Pomate sector 2	Paruro	Yaurisque	subterránea	245



N.º	N.º	Comunidad	Provincia	Distrito	Fuente de agua	N.º benef.
30	122	COLCHA	Paruro	Colcha	subterránea	450
31	123	PAMPACUCHO	Paruro	Colcha	subterránea	250
32	129	SAYHUACALLA	Paruro	Yaurisque	subterránea	175
33	131	HAYA- HUYAYHUI	Paruro	Accha	subterránea	330
		Haya sector 1	Paruro	Accha	subterránea	80
		Haya sector 2	Paruro	Accha	subterránea	250
34	140	COCHIRUHUAY	Paruro	Colcha	subterránea	575
		Cochiruhuay sector 1	Paruro	Colcha	subterránea	200
		Cochiruhuay sector 2	Paruro	Colcha	subterránea	375
35	145	UMASHUAYLLA- ANCASCOCHA	Paruro	Omacha	subterránea	190
		Umashuaylla sector 1	Paruro	Omacha	subterránea	100
		Ancascocha sector 1	Paruro	Omacha	subterránea	90
36	159	RANRACASA	Paruro	Yaurisque	subterránea	415
37	161	DESAGÜE CCAPI	Paruro	Paruro	subterránea	720
<b>CANCHIS</b>						
1	71	JUCUYRE	Canchis	Combapata	subterránea	245
<b>QUISPICANCHI</b>						
1	28	HUARA HUARA	Quispicanchi	Ccatca	subterránea	85
2	75	PACCHANTA SECTOR 1	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	220
		Pacchanta sector 1	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	160
		Pacchanta sector 2	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	60
3	76	PAMPACANCHA	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	285
		Pampacancha sector 1	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	200
		Pampacancha sector 2	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	85
4	77	TAYANCANI	Quispicanchi	Carhuayo	subterránea	230
		Tayancani sector 1	Quispicanchi	Carhuayo	subterránea	100
		Tayancani sector 2	Quispicanchi	Carhuayo	subterránea	100
		Tayancani otros	Quispicanchi	Carhuayo	subterránea	30
5	78	CONCHOPATA CORICÓCHA	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	325
		Conchopata sector 1	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	195
		Conchopata sector 2	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	130
6	84	PAMPAQUEHUAR	Quispicanchi	Urcos	subterránea	880
7	85	PATAQUEHUAR	Quispicanchi	Urcos	subterránea	275
8	104	WACWA LAGUNA	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	410
		Wacwa sector 1	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	245
		Wacwa sector 2	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	165
9	105	MARCANI QOÑAMURO	Quispicanchi	Urcos	subterránea	300
10	106	HUAYLLABAMBA	Quispicanchi	Ccatca	subterránea	175
11	109	ALTO SERRANUYOC	Quispicanchi	Ccatca	subterránea	175
12	110	ANTALLACTA	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	450
13	111	CAURI	Quispicanchi	Ccatca	subterránea	1.030
14	112	CHECACHIMPA	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	585
15	113	QENPORAY	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	125
16	115	HUASACMAYO	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	650
17	119	HUACARPIÑAYANAMA	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	230
18	121	CHURUBAMBA	Quispicanchi	Andahuaylillas	subterránea	300
19	126	KUCHIRUMI	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	250
		Kuchirumi sector 1	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	150
		Kuchirumi sector 2	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	100
20	128	CHUCLLUHUIRE	Quispicanchi	Carhuayo	subterránea	170
		Chuclluhure sector 1	Quispicanchi	Carhuayo	subterránea	100
		Chuclluhure sector 2	Quispicanchi	Carhuayo	subterránea	70

N.º	N.º	Comunidad	Provincia	Distrito	Fuente de agua	N.º benef.
21	132	YURACMAYO	Quispicanchi	Ccatca	subterránea	350
22	142	DESAGÜE ATAPATA	Quispicanchi	Ccatca	subterránea	250
23	147	PACCHA Y SAÑO	Quispicanchi	Cusipata	subterránea	280
		Paccha y Saño	Quispicanchi	Cusipata	subterránea	140
		Saño	Quispicanchi	Cusipata	subterránea	140
24	148	ACOCUNCA	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	365
25	149	PHIÑAY PHUYUCUNCA	Quispicanchi	Huaro	subterránea	315
		Phiñay sector 1	Quispicanchi	Huaro	subterránea	200
		Phiñay sector 2	Quispicanchi	Huaro	subterránea	115
26	155	SULLUMAYO	Quispicanchi	Huaro	subterránea	265
		Sullumayo sector 1	Quispicanchi	Huaro	subterránea	200
		Sullumayo sector 2	Quispicanchi	Huaro	subterránea	65
27	23	QOÑAMURO	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	290
28	24	SUMANA	Quispicanchi	Ccarhuayo	subterránea	200
29	25	IPACUNA	Quispicanchi	Urcos	subterránea	200
30	26	CULLY	Quispicanchi	Urcos	subterránea	180
31	27	CCOPI	Quispicanchi	Ccatca	subterránea	480
32	34	PALLPACALLA	Quispicanchi	Huaro	subterránea	180
33	35	PUCA PUCA	Quispicanchi	Andahuaylillas	subterránea	115
34	36	MANCCO	Quispicanchi	Andahuaylillas	subterránea	195
35	37	PAMPACHULLA	Quispicanchi	Urcos	subterránea	1.050
		Pampachulla sector 1	Quispicanchi	Urcos	subterránea	800
		Pampachulla sector 2	Quispicanchi	Urcos	subterránea	250
36	38	PUCA RUMI	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	475
37	55	LAURAMARCA	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	350
		Lauramarca sector 1	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	50
		Lauramarca sector 2	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	300
38	56	HUACATINCO	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	645
		Huacatenco sector 1	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	300
		Huacatenco sector 2	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	140
		Huacatenco sector 3	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	100
		Huacatenco sector 4	Quispicanchi	Ocongate	subterránea	105
39	57	MOLLEBAMBA	Quispicanchi	Urcos	subterránea	900
40	58	UMUTU	Quispicanchi	Urcos	subterránea	700
		Umuto sector 1	Quispicanchi	Urcos	subterránea	420
		Umuto sector 2	Quispicanchi	Urcos	subterránea	380
41	64	PARCOCALLA	Quispicanchi	Carhuayo	subterránea	525
42	65	QUEROCHIMPA	Quispicanchi	Carhuayo	subterránea	525
43	66	URPAY	Quispicanchi	Huaro	subterránea	775
44	67	ARAHUARA	Quispicanchi	Huaro	subterránea	125
45	68	ATAPATA	Quispicanchi	Catca	subterránea	350
46	69	PUMAORCCO	Quispicanchi	Catca	subterránea	220
47	70	COLLPAMAYO-UMUTO	Quispicanchi	Urcos	subterránea	300
48	73	AQOCANCHA/LLAULLIWAYOC	Quispicanchi	Quiquijana	subterránea	275



## **ANEXO 9**

# **DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS**



## **1. Alcances**

En el Plan de Vigilancia de la Calidad de los Servicios Rurales de Abastecimiento de Agua se plantea realizar la vigilancia de la calidad del agua de los servicios de abastecimiento de agua construidos por el Proyecto SANBASUR, los mismos que ascienden hasta el año 2000 a 157 administraciones constituidas por 203 sistemas de abastecimiento de agua. En el período 2001-2003 se tiene proyectado construir 90 sistemas adicionales, lo cual haría un total de 293 sistemas de abastecimiento de agua en el año 2003, los mismos que estarán distribuidos en las siete provincias del departamento del Cuzco.

Los sistemas de abastecimiento de agua en las comunidades rurales están conformados por diferentes operaciones o componentes unitarios como son: la captación, línea de conducción, almacenamiento, línea de aducción, cámaras rompedoras, red de distribución y, finalmente, las conexiones domiciliarias. En lo que respecta al levantamiento de información para evaluar la calidad del servicio, se considera la calidad del agua para consumo humano, la cantidad consumida, la continuidad del servicio, el grado de cobertura de la red de distribución y el costo del servicio de abastecimiento de agua.

En lo que respecta a las responsabilidades y actividades a cargo del laboratorio central y de los periféricos de la DESA Cuzco y dedicados a la evaluación de la calidad del agua en cumplimiento del Programa de Vigilancia del Agua para Consumo Humano, ellas comprenderán las siguientes tareas:

- a) Evaluación e implementación del laboratorio central y de los laboratorios periféricos.
- b) Establecimiento del sistema de muestreo y ejecución del programa de muestreo para la evaluación de la calidad del agua de los servicios de abastecimiento de agua.
- c) Ejecución del Programa de Muestreo y Análisis de las muestras de agua.

## **2. Esquema de trabajo**

En la figura 1 se muestra el esquema de trabajo que debe ser aplicado en la evaluación de la calidad del agua para consumo humano.

## **3. Número de muestras y frecuencia**

Para asegurar que un sistema de abastecimiento de agua potable satisfaga los requisitos de las normas de calidad, es importante que, de manera regular, se examinen muestras de agua a fin de detectar o despejar dudas sobre la presencia de organismos indicadores de contaminación o de la calidad físicoquímica. En todo caso, la frecuencia de muestreo tanto para los componentes del sistema de abastecimiento como para las redes de distribución es una función directa de la densidad de la población a la que sirven. En el anexo III se indican las frecuencias de muestreo, así como el número de muestras que se deben tomar por cada grupo.



## 5. Presupuesto

En la determinación del costo anual para la realización de las determinaciones analíticas se han considerado los siguientes valores.

Coliformes	S/.	3,63
Turbiedad/pH*	S/.	0,25
Cloro residual*	S/.	0,25
Fisicoquímico	S/.	8,77
Metales**	S/.	10,00

\* No incluye costo de equipos

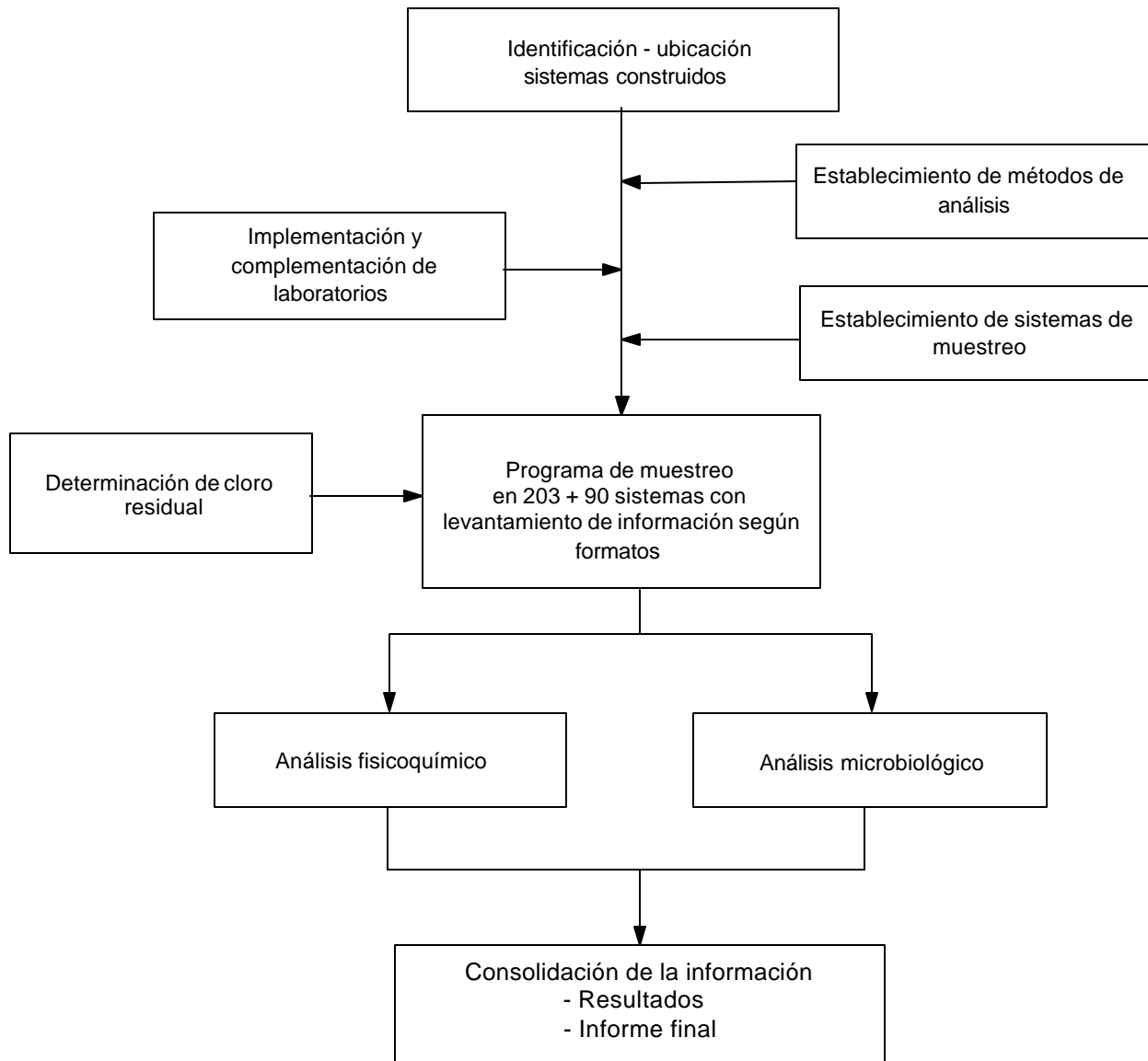
\*\* Costo de transporte a Lima para su análisis por la DIGESA.

Los costos que demandará la realización de los análisis para la vigilancia y para la determinación de la línea base de las nuevas intervenciones en el año 2001 ascienden a siete mil ochocientos nuevos soles (S/.7.800,00), de los cuales siete mil ciento veinte nuevos soles (S/.7.120,00) corresponden a vigilancia y seiscientos ochenta nuevos soles (S/.680,00) a la línea base. Para los años 2002 y 2003, las inversiones podrían ser del orden de los S/.22.000,00 y S/.24.500,00 respectivamente. Estos costos están referidos únicamente al consumo de productos químicos y medios de cultivos y no incluyen reposición de material de vidrio, adquisición o reparación de equipos o instrumentos, ni mano de obra para la realización de los análisis y la toma de muestras.

**Cuadro 3. Costo del análisis  
(expresado en nuevos soles)**

<b>Vigilancia</b>				
Año	2001/base	2001	2002	2003
Sistemas (totales)	203	233	263	293
Sistemas (por evaluar)		85	263	293
Determinaciones				
Coliformes	11.129,58	4.660,92	14.421,99	16.066,38
Turbiedad/pH	1.533,00	642,00	1.986,25	2.212,75
Cloro residual	1.533,00	642,00	1.986,25	2.212,75
Fisicoquímica	1.762,77	745,45	2.288,97	2.552,07
Metales	1.010,00	430,00	1.310,00	1.460,00
<b>Subtotal</b>	<b>16.968,35</b>	<b>7.120,37</b>	<b>21.993,46</b>	<b>24.503,95</b>
<b>Línea base</b>				
Año		2001	2002	2003
Sistemas		30	30	30
Determinaciones				
Coliformes		108,90	108,90	108,90
Turbiedad/pH		7,50	7,50	7,50
Fisicoquímica		263,10	263,10	263,10
Metales		300,00	300,00	300,00
<b>Subtotal</b>		<b>679,50</b>	<b>679,50</b>	<b>679,50</b>
<b>Total</b>	<b>16.968,35</b>	<b>7.799,87</b>	<b>22.672,96</b>	<b>25.183,45</b>





**Figura 1. Plan de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano  
Proyecto SANBASUR**

**Cuadro 4. Plan de muestreo para la vigilancia de la calidad del agua  
Administraciones y sistemas de abastecimiento de agua  
Proyecto SANBASUR (2001)**

Provincia	Administraciones	Sistemas de abastecimiento de agua		
		Superficial	Subterráneo	Total
Acomayo	6	0	6	6
Anta	-	-	-	-
Calca	11	0	12	12
Canas	-	-	-	-
Canchis	1	0	1	1
Cuzco	-	-	-	-
Chumbivilcas	45	0	56	56
Espinar	-	-	-	-
La Convención	13	2	16	18
Paruro	37	0	45	45
Paucartambo	-	-	-	-
Quispicanchi	48	0	65	65
Urubamba	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>161</b>	<b>2</b>	<b>201</b>	<b>203</b>

**Cuadro 5. Resumen de los sistemas de abastecimiento de agua  
Proyecto SANBASUR  
Subterráneo y superficial**

	Provincias	Total	Tamaño de la población		
			< 200	201 - 800	801 - 2000
Subterráneo	Acomayo	6	2	4	0
	Anta	--	--	--	--
	Calca	12	7	5	0
	Canas	--	--	--	--
	Canchis	1	0	1	0
	Cuzco	--	--	--	--
	Chumbivilcas	56	29	23	4
	Espinar	--	--	--	--
	La Convención	16	11	5	0
	Paruro	45	23	20	2
	Paucartambo	--	--	--	--
	Quispicanchi	65	35	27	3
	Urubamba	--	--	--	--
Superficial	Acomayo	0	0	0	0
	Anta	--	--	--	--
	Calca	0	0	0	0
	Canas	--	--	--	--
	Canchis	0	0	0	0
	Cuzco	--	--	--	--
	Chumbivilcas	0	0	0	0
	La Convención	2	0	2	0
	Paruro	0	0	0	0
	Paucartambo	--	--	--	--
	Quispicanchi	0	0	0	0
	Urubamba	--	--	--	--
	<b>Subtotal</b>	<b>203</b>	<b>107</b>	<b>87</b>	<b>9</b>
	Espinar	--	--	--	--
	<b>Total</b>	<b>203</b>	<b>107</b>	<b>87</b>	<b>9</b>

**Cuadro 6. Número de muestras para análisis fisicoquímico subterráneo, 2001**

Provincia	Sistemas (N.º)	Tamaño	Planta de tratamiento, fuentes de agua subterránea y reservorios de servicio				Red de distribución	
			Coliformes	Turbiedad y pH	Fisico-químico	Metales	Coliformes	Turbiedad y pH
Acomayo	2	<200	12	24	2	1,0	12	24
	4	201 – 800	24	48	4	2,0	48	96
	0	801 – 2.000	0	0	0	0	0	0
Calca	7	<200	42	84	7	3,5	42	84
	5	201 – 800	30	60	5	2,5	60	120
	0	801 – 2.000	0	0	0	0,0	0	0
Canchis	0	<200	0	0	0	0,0	0	0
	1	201 – 800	6	12	1	0,5	12	24
	0	801 – 2.000	0	0	0	0,0	0	0
Chumbivilcas	29	<200	174	348	29	14,5	174	348
	23	201 – 800	138	276	23	11,5	276	552
	4	801 – 2.000	24	48	4	2,0	72	144
La Convención	11	<200	66	132	11	5,5	66	132
	5	201 – 800	30	60	5	2,5	60	120
	0	801 – 2.000	0	0	0	0,0	0	0
Paruro	23	<200	138	276	23	11,5	138	276
	20	201 – 800	120	240	20	10,0	240	480
	2	801 – 2.000	12	24	2	1,0	36	72
Quispicanchi	35	<200	210	420	35	17,5	210	420
	27	201 – 800	162	324	27	13,5	324	648
	3	801 – 2.000	18	36	3	1,5	54	108
<b>Subtotal</b>	<b>201</b>		<b>1.206</b>	<b>2.412</b>	<b>201</b>	<b>100,5</b>	<b>1.824</b>	<b>3.648</b>

**Cuadro 7. Número de muestras para análisis fisicoquímico superficial, 2001**

Provincia	Sistemas (N.º)	Tamaño	Planta de tratamiento, fuentes de agua superficial y reservorios de servicio				Red de distribución	
			Coliformes	Turbiedad y pH	Fisico-químico	Metales	Coliformes	Turbiedad y pH
La Convención	0	<200	0	0	0	0,0	0	0
	2	201 – 800	12	24	4	2,0	24	48
	0	801 – 2.000	0	0	0	0,0	0	0
<b>Subtotal</b>	<b>2</b>		<b>12</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>2,0</b>	<b>24</b>	<b>48</b>
<b>Total</b>	<b>203</b>		<b>1.218</b>	<b>2.436</b>	<b>205</b>	<b>102,5</b>	<b>1.848</b>	<b>3.696</b>

**Cuadro 8. Número de muestras para análisis de cloro residual subterráneo, 2001**

Provincia	Sistemas (N.º)	Tamaño	Planta de tratamiento, fuentes de agua subterránea y reservorios de servicio	Red de distribución
Acomayo	2	< 200	24	24
	4	201 – 800	48	96
	0	801 – 2.000	0	0
Calca	7	< 200	84	84
	5	201 – 800	60	120
	0	801 – 2.000	0	0
Canchis	0	< 200	0	0
	1	201 – 800	12	24
	0	801 – 2.000	0	0
Chumbivilcas	29	< 200	348	348
	23	201 – 800	276	552
	4	801 – 2.000	48	144
La Convención	11	< 200	132	132
	5	201 – 800	60	120
	0	801 – 2.000	0	0
Paruro	23	< 200	276	276
	20	201 – 800	240	480
	2	801 – 2.000	24	72
Quispicanchi	35	< 200	420	420
	27	201 – 800	324	648
	3	801 – 2.000	36	108
<b>Subtotal</b>	<b>201</b>		<b>2.412</b>	<b>3.648</b>

**Cuadro 9. Número de muestras para análisis de cloro residual superficial, 2001**

Provincia	Sistemas (N.º)	Tamaño	Planta de tratamiento, fuentes de agua superficial y reservorios de servicio	Red de distribución
La Convención	0	< 200	0	0
	2	201 – 800	24	48
	0	801 – 2.000	0	0
<b>Subtotal</b>	<b>2</b>		<b>24</b>	<b>48</b>
<b>Total</b>	<b>203</b>		<b>2.436</b>	<b>3.696</b>

**Cuadro 10. Proyecciones**

Año	2001/base	2001	2002	2003
Administraciones	161	187	217	247
Sistemas	203	233	263	293
Determinaciones				
Coliformes	3.066	3.520	3.973	4.426
Turbiedad/pH	6.132	7.039	7.945	8.851
Cloro residual	6.132	7.039	7.945	8.851
Fisicoquímica	201	231	261	291
Metales	101	116	131	146



**ANEXO 10**

**ACTA DE INSPECCIÓN SANITARIA**





## ACTA DE INSPECCIÓN SANITARIA DEL SISTEMA

En el sector/anexo de ..... de la localidad de ....., distrito de ..... provincia de ..... y departamento de ....., se ha llevado a cabo hoy .....de .....de 20..... la inspección sanitaria del sistema, en la cual han participado, por parte de la Junta Administradora de los Servicios de Saneamiento los señores .....  
 .....y por el Ministerio de Salud, el señor.....

Como resultado de la inspección efectuada a cada una de las partes del sistema y de las muestras de agua tomadas, se observa el deterioro de la calidad del agua que consume la población, lo que está poniendo en grave riesgo su salud; por esto, es necesario realizar mejoras en el sistema de abastecimiento de agua, a fin de mejorar las condiciones del suministro de agua potable. Los principales defectos detectados son:

<b>Captación y cajas de reunión</b>	
No existe cerco de protección y las personas o animales acceden a la instalación o a sus alrededores	
No existe cuneta de coronación o no se encuentra en buen estado	
No cuenta con tapa sanitaria o la tapa sanitaria no tiene seguro	
La estructura no se encuentra en buen estado (presenta rajaduras o fugas de agua)	
El interior de la estructura está sucio	
Existen charcos de agua o materia fecal en los alrededores de las captaciones	
<b>Pozo profundo</b>	
No existe caseta o no es segura contra el ingreso de personas o animales	
La bomba no está montada sobre una losa de concreto o la losa está rajada	
La boca del pozo está al nivel de la losa de concreto	
Existen charcos de agua o materia fecal en los alrededores del pozo	
<b>Galería filtrante y buzones de reunión</b>	
No existe cerco de protección y las personas o animales acceden a la instalación o a sus alrededores	
No cuenta con tapa sanitaria o la tapa sanitaria no tiene seguro	
La estructura no se encuentra en buen estado (presenta rajaduras o fugas de agua)	
El interior de la galería está sucio	
Existen charcos de agua o materia fecal en los alrededores de la galería	
<b>Captación de agua superficial sin tratamiento</b>	
No existe cerco de protección y las personas o animales acceden a la captación o sus alrededores	
Existen condiciones para que ingrese agua superficial a las pozas de tratamiento	
La captación no se encuentra en buen estado (presenta rajaduras o fugas de agua)	
El interior de la captación está sucia	
Existen charcos de agua o materia fecal en los alrededores de la captación	
<b>Línea de conducción/impulsión</b>	
La línea tiene fugas o roturas	
La línea tiene tramos expuestos	
Los cruces aéreos no están bien protegidos o en buen estado	
<b>Ventilaciones y cajas rompedoras en línea de conducción</b>	
No cuenta con tapa sanitaria o la tapa sanitaria no tiene seguro	
La estructura no se encuentra en buen estado (presenta rajaduras o fugas de agua)	
Existen charcos de agua o materia fecal en los alrededores de las estructuras	

<b>Reservorio</b>	
No existe cerco de protección y las personas o animales acceden libremente al reservorio	
No cuenta con tapa sanitaria o la tapa sanitaria no tiene seguro	
El reservorio no se encuentra en buen estado (presenta rajaduras o fugas de agua)	
El interior del reservorio está sucio	
Existen charcos de agua o materia fecal en los alrededores de la estructura	
<b>Línea de aducción</b>	
La línea tiene fugas o roturas	
La línea tiene tramos expuestos	
<b>Cajas rompedoración</b>	
No cuenta con tapa sanitaria o la tapa sanitaria no tiene seguro	
La estructura no se encuentra en buen estado (presenta rajaduras o fugas de agua)	
Existen charcos de agua o materia fecal en los alrededores de la estructura	
<b>Red de distribución</b>	
La línea tiene fugas o roturas	
La línea tiene tramos expuestos	
Las válvulas no cuentan con cajas y tapas y el agua se encuentra empozada	
<b>Pileta pública</b>	
La estructura de la pileta no se encuentra en buen estado (presenta rajaduras o fugas de agua)	
Las piletas están muy sucias	
Los accesorios o el grifo de la pileta no están completos o no se encuentran en buen estado	
Existen charcos de agua o materia fecal en los alrededores de la pileta	
<b>Cloración</b>	
No existe equipo de cloración	
El equipo no está en buen estado	
El equipo no se usa	
No se dispone de cloro en almacén	
<b>Uso de agua</b>	
Se emplea mucha agua en el riego de las calles	
Se emplea mucha agua en el riego de las huertas	
<b>Conexiones domiciliarias</b>	
Los grifos de las viviendas se encuentran en mal estado	
El agua se encuentra empozada en las cajas de conexión	

.....

Firma  
Inspector

.....

Firma  
Administrador

.....

Firma  
Operador

## **ANEXO 11**

# **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE DATOS**



## **1. Introducción**

Las diferentes actividades que ejecuta el personal dedicado a las acciones de control de la calidad del agua deben ser evaluadas con la finalidad de asegurar la calidad de los datos obtenidos durante todo el trabajo de campo. Esta evaluación se puede efectuar por medio de la aplicación del Formulario E-1, el cual permite calificar el desempeño de las personas responsables a través de cinco etapas:

- Número de evaluaciones ejecutadas
- Consistencia de los resultados
- Número de supervisiones directas
- Número de verificaciones en el campo
- Calidad del trabajo de campo.

## **2. Número de evaluaciones ejecutadas (1)**

En el Formulario E-1, a continuación del nombre del supervisor, se indica, para cada tipo de formulario qué empleado ha desarrollado las labores bajo su responsabilidad y qué número de formularios ha llenado durante el mes.

## **4. Consistencia de los resultados (2)**

El supervisor debe revisar minuciosamente las respuestas de cada uno de los diferentes tipos de formularios llenados y remitidos por el personal encargado de las labores de control en el campo.

La revisión debe consistir en determinar si la persona responsable por el trabajo de campo ha respondido correctamente a todas las preguntas de los formularios aplicados en tomas de muestras o inspección sanitaria y si al entender del supervisor, las respuestas resultan ser confiables y coherentes con la realidad.

La aceptación o rechazo del formulario se realiza teniendo en cuenta, en primer lugar, el número de respuestas obligatorias y luego el nivel de confiabilidad de ellas.

Si el número de respuestas obligatorias realizadas en cada uno de los formularios no han sido absueltas totalmente, se procede a devolver el formulario para que el responsable complete los datos faltantes.

Con respecto a la confiabilidad de los resultados, se cuantificará cada una de las respuestas poco consistentes en los formularios y se procederá a aceptarlo o rechazarlo de acuerdo con el siguiente criterio:

Número de preguntas por formulario revisado	Número de preguntas con respuestas dudosas o erróneas	
	<i>Aceptación</i>	<i>Rechazo</i>
6 – 8	0	1
9 – 12	1	2
13 – 20	2	3
21 – 30	3	4
31 – 42	4	5
43 – 65	5	6

Si en cada lote de formularios se encuentra que el número de intervenciones o formularios realizados es igual o menor al número de “aceptación”, toda la información se acepta. En caso contrario, se devuelve todo el lote a la persona encargada del trabajo de campo para su revisión.

En la línea 2 del formulario E-1 se coloca si los formularios fueron aceptados (A) o rechazados (R).

### **5. Número de supervisiones directas (3)**

Corresponde al número de veces en que el supervisor colaboró o controló al personal responsable en el llenado de los formularios. Esta actividad también se conoce como *supervisión directa y capacitación de campo*. Al efecto, se coloca en la fila correspondiente y por cada tipo de formulario, el número de formularios que controló el supervisor o en cuyo llenado colaboró.

### **6. Número de verificaciones ejecutadas en el campo (4)**

El supervisor está obligado a verificar el trabajo del personal encargado de la recolección de los datos de campo, para lo cual selecciona al azar diez por ciento de un determinado tipo de formulario para cotejarlo con la realidad y apreciar la calidad del trabajo realizado por el personal responsable.

Al efecto, el supervisor anotará, por tipo de formulario, el número de formularios seleccionados y verificados en el campo.

### **7. Calidad del trabajo de campo (5)**

Este valor se determina para los formularios seleccionados y verificados por el supervisor en el campo (paso 4).

Al efecto, en la fila 5, el supervisor anota el porcentaje de errores cometidos por el personal encargado de la recolección de los datos en el campo y referidos exclusivamente al número de preguntas contestadas.

El rechazo de la información se produce si el porcentaje de respuestas erróneas es superior al diez por ciento (10%).

Ejemplo:

El supervisor evaluó tres formularios del tipo M-2, en el cual se contestaron 60 preguntas por formulario y se cometieron cuatro, seis y cinco errores respectivamente. El error se determina:

$$\frac{4 + 6 + 5}{3 \times 60} \times 100 = 8,3 \%$$

Número de formulario    Preguntas por formulario



**ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE DATOS**

Fecha de reporte \_\_\_\_\_

Supervisor \_\_\_\_\_

Indicar el número de intervenciones por tipo de formulario realizado por cada persona

Nombre de la persona evaluada	Evaluación (1)	Formulario					
		IS-1	IS-2	IS-3	IS-4	IS-5	IS-6
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						

- (1)
1. Número de formularios completados en el mes por tipo
  2. Consistencia de los resultados (A = Aceptado; R = Rechazado)
  3. Supervisión directa (número de formularios supervisados)
  4. Verificación en el campo (número de formularios verificados)
  5. Calidad del trabajo (porcentaje)

Formulario M-1 Registro de la comunidad.

Formulario M-2 Evaluación de la gestión y la cobertura.

Formulario M-3 Evaluación del estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua.

Formulario M-4 Toma de muestras de agua y evaluación de la calidad del servicio.

Formulario M-5 Verificación de los hábitos de higiene y presencia de enfermedades en la comunidad.

Formulario M-6 Verificación de los hábitos de higiene en la población escolar.