



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
<http://www.cepis.ops-oms.org>

CONTENIDO

	Página
Presentación	xiii
1. Marco conceptual	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
2. Elementos de vigilancia y control	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
3. Consideraciones metodológicas	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
4.	Referencias.....	64

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

Apéndice A	Plan Nacional de Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. "El País"	83
Introducción	88
Capítulo I	89
1.	Justificación y diagnóstico	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
2.	Estado de salud de la población	92
2.1	Indicadores	92
2.2	Atención prestada por el sector salud	92
2.3	Importancia relativa de las enfermedades transmisibles.....	92
3.	La medicina preventiva en El País	93
3.1	Programas de salud.....	93
3.2	Inversiones.....	93
3.3	Salud pública	96
4.	Prevención de enfermedades por medio del abastecimiento del agua segura.....	99
4.1	Impacto del abastecimiento de agua en la disminución de enfermedades.....	99
5.	Vigilancia	102
5.1	Vigilancia del abastecimiento de agua.....	102
5.2	Vigilancia en El País	103
6.	Marco legal y organizacional.....	104
Capítulo II.....		105
7.	El Plan de Vigilancia de la Calidad del Agua	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
Capítulo III		121
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	121
8.1	Criterios para determinar los costos básicos	121
8.2	Costo del programa.....	129
8.3	Alternativa recomendada	137

9.	Origen y aplicación de los recursos financieros	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
Apéndice B	Control de la calidad del agua para consumo humano en localidades urbanas. Empresa SEDACUSCO; ciudad de Cuzco, Perú.....	149
1.	Antecedentes.....	155
2.	Introducción	155
3.	Justificación.....	156
4.	Objetivos	157
	4.1 Objetivo general.....	157
	4.2 Objetivos específicos	157
5.	Estrategia.....	157
6.	Indicadores	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
7.	Procedimiento metodológico	159
	7.1 Consideraciones previas.....	159
	7.2 Planificación y ejecución	162
	7.3 Aseguramiento de la calidad de datos	164

Lista de anexos

Anexo 1	Responsabilidades	165
Anexo 2	Parámetros y frecuencias de muestreo para el control de la calidad del agua para consumo humano en la ciudad del Cuzco.....	169
1.	Introducción.....	171
2.	Requisitos físicos, químicos y bacteriológicos y frecuencia de muestreo.....	171
3.	Cloro residual.....	171
Anexo 3	Componentes del sistema de abastecimiento de agua.....	173
Anexo 4	Toma de muestras y preservación	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
Anexo 5	Programa de capacitación.....	193
Anexo 6	Zonas de abastecimiento.....	197
Anexo 7	Número de muestras	201
1.	Alcances.....	203
2.	Número de muestras y frecuencia	203
3.	Costo.....	205
Anexo 8	Formularios empleados en la recolección de información.....	207
Anexo 9	Aseguramiento de la calidad de datos	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

Apéndice C	Vigilancia de la calidad de los servicios rurales de abastecimiento de agua. Área rural de la provincia del Cuzco, Perú	217
1.	Antecedentes.....	223
2.	Introducción	223
3.	Justificación.....	224
4.	Objetivos	225
	4.1 Objetivo general.....	225
	4.2 Objetivos específicos	225
5.	Estrategia.....	226
6.	Indicadores	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
7.	Procedimiento metodológico	230
	7.1 Consideraciones previas.....	230
	7.2 Planificación y ejecución	233
	7.3 Aseguramiento de la calidad de datos	234
8.	Referencias	235

Lista de anexos

Anexo 1	Responsabilidades	237
Anexo 2	Implementación y complementación de laboratorios	241
Anexo 3	Parámetros y frecuencias de muestreo	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
Anexo 4	Evaluación del servicio de abastecimiento de agua (Formularios varios e instructivas para su llenado).....	251
Anexo 5	Toma de muestras, preservación y reporte de resultados	275
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
Anexo 6	Programa de capacitación.....	291
Anexo 7	Flujo de información	295
1.	Introducción.....	297
2.	Reporte de resultados.....	297
3.	Planificación.....	298
4.	Flujo de información.....	298
5.	Notificación y seguimiento.....	300
Anexo 8	Localidades incluidas en la evaluación	307
Anexo 9	Determinación del número de muestras	315
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
Anexo 10	Acta de inspección sanitaria	327
Anexo 11	Aseguramiento de la calidad de datos	331
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.

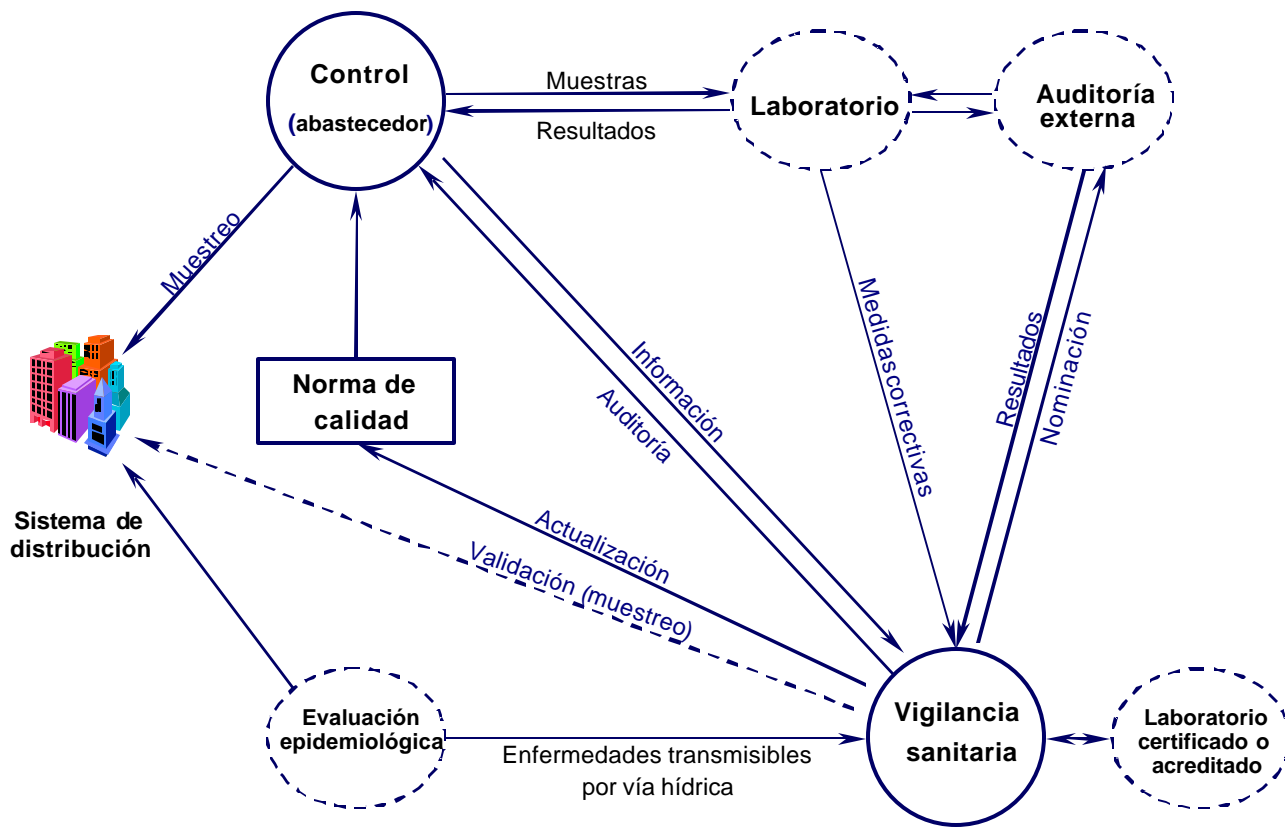


Figura 1. Interrelación entre el control y la vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano

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 las 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”.

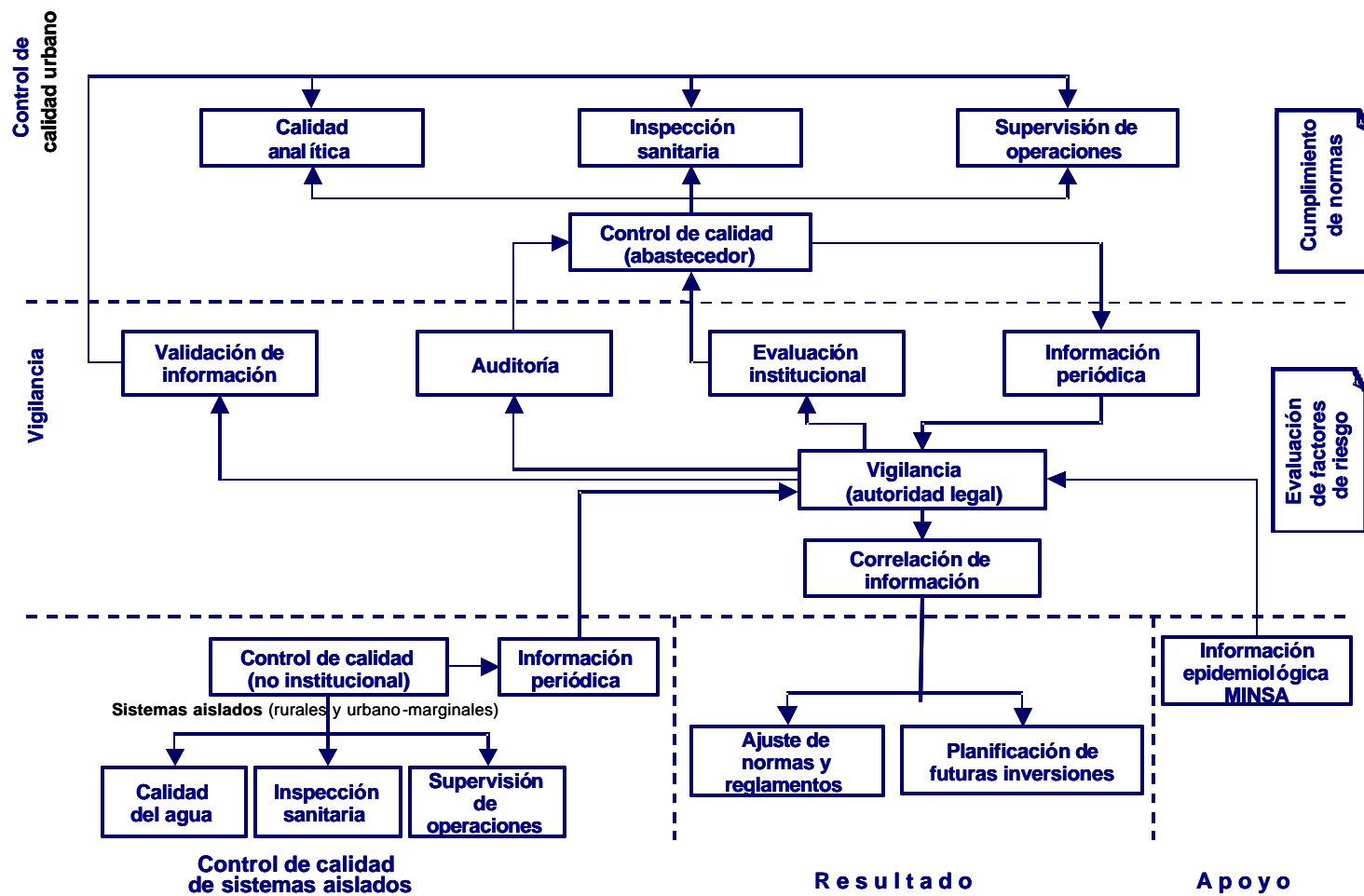


Figura 2. Componentes de un programa de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano

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

Cobertura:	Porcentaje de la población abastecida por un suministro específico de agua o fuente.
Cantidad:	Volumen de agua utilizada para fines domésticos en un determinado tiempo (usualmente expresado en litros por persona por día) y conocido como “dotación”.
Continuidad:	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.
Calidad:	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.
Costo:	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

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

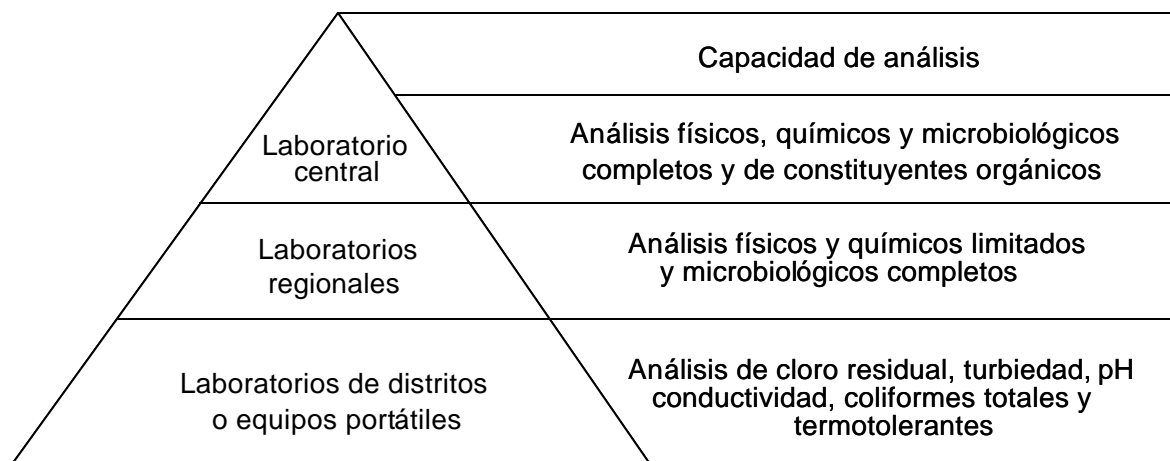


Figura 3. Ejemplo de la capacidad analítica de los laboratorios del sistema de vigilancia

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 dicha 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.

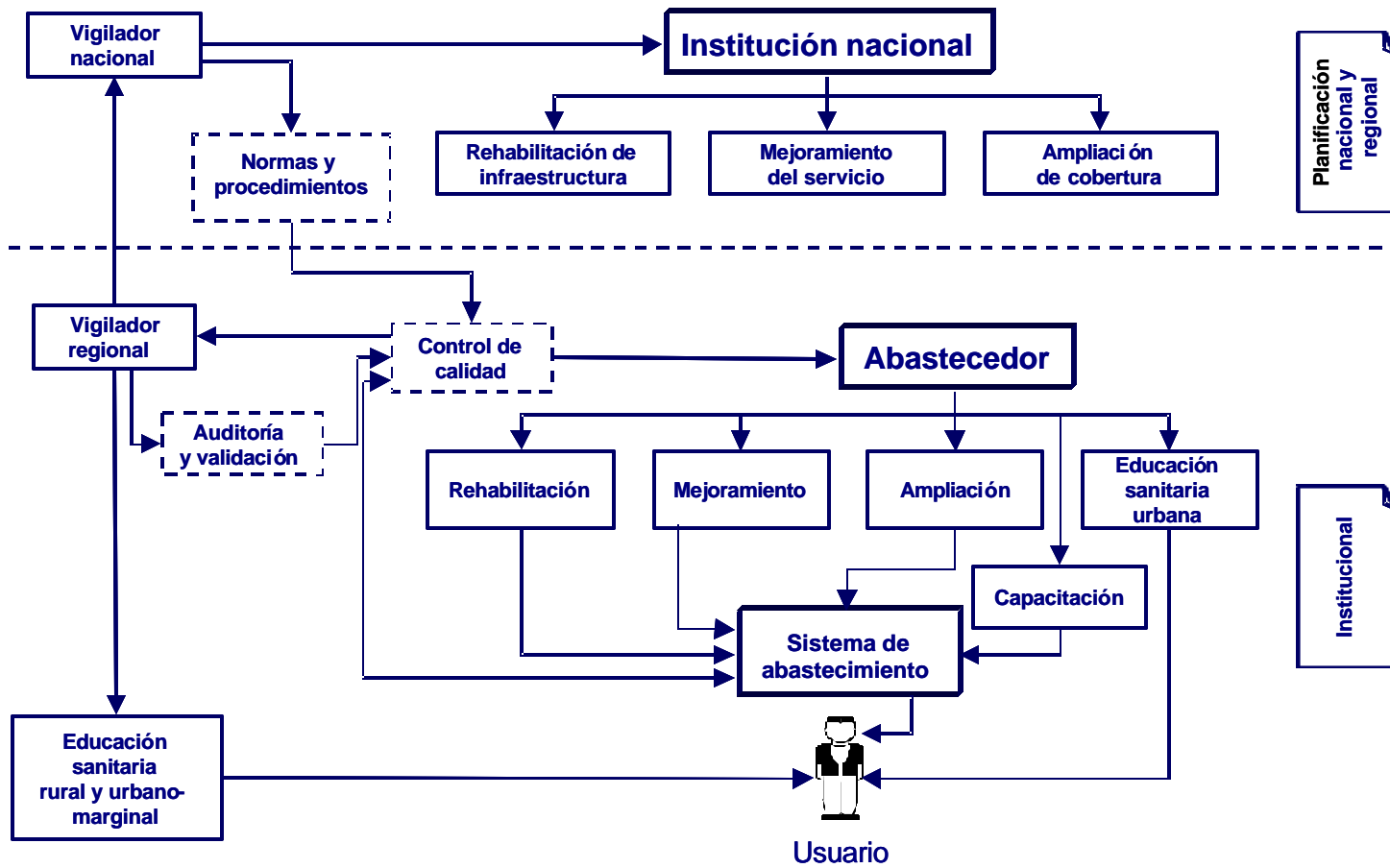


Figura 4. Uso de la información de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano

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.

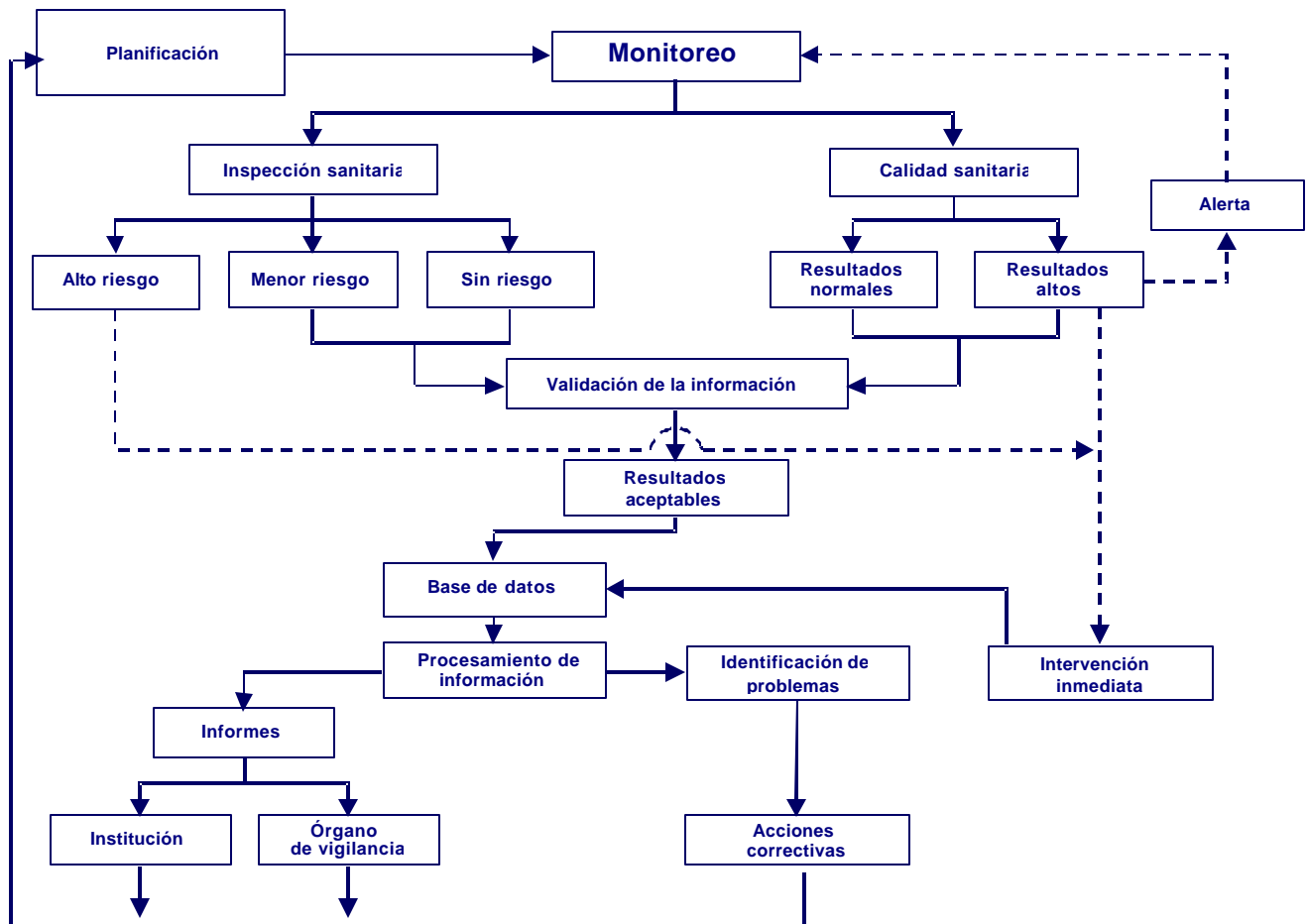


Figura 5. Flujo de información para el abastecedor

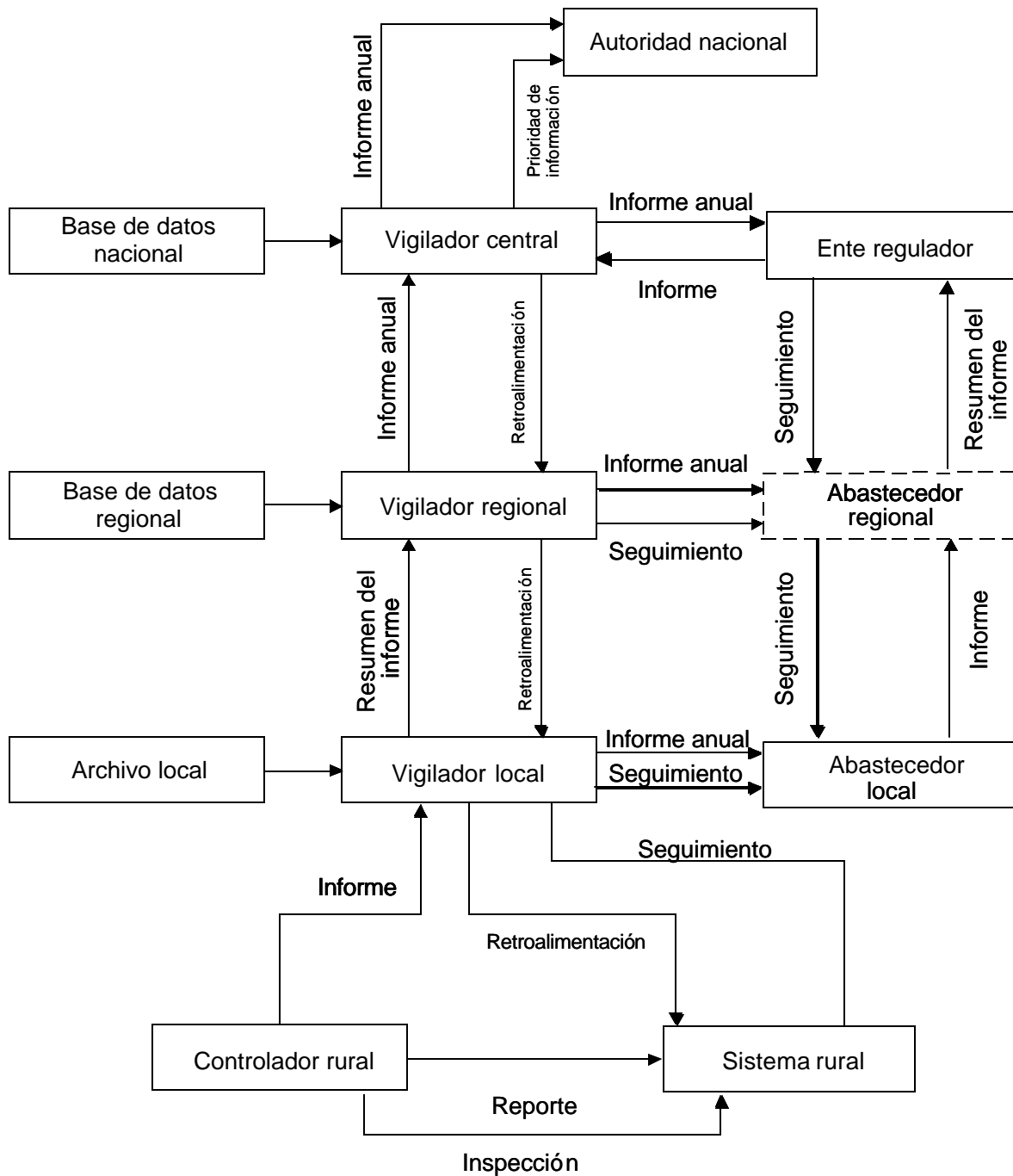


Figura 6. Vigilancia del flujo de información sobre la calidad de los servicios de abastecimiento de agua

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

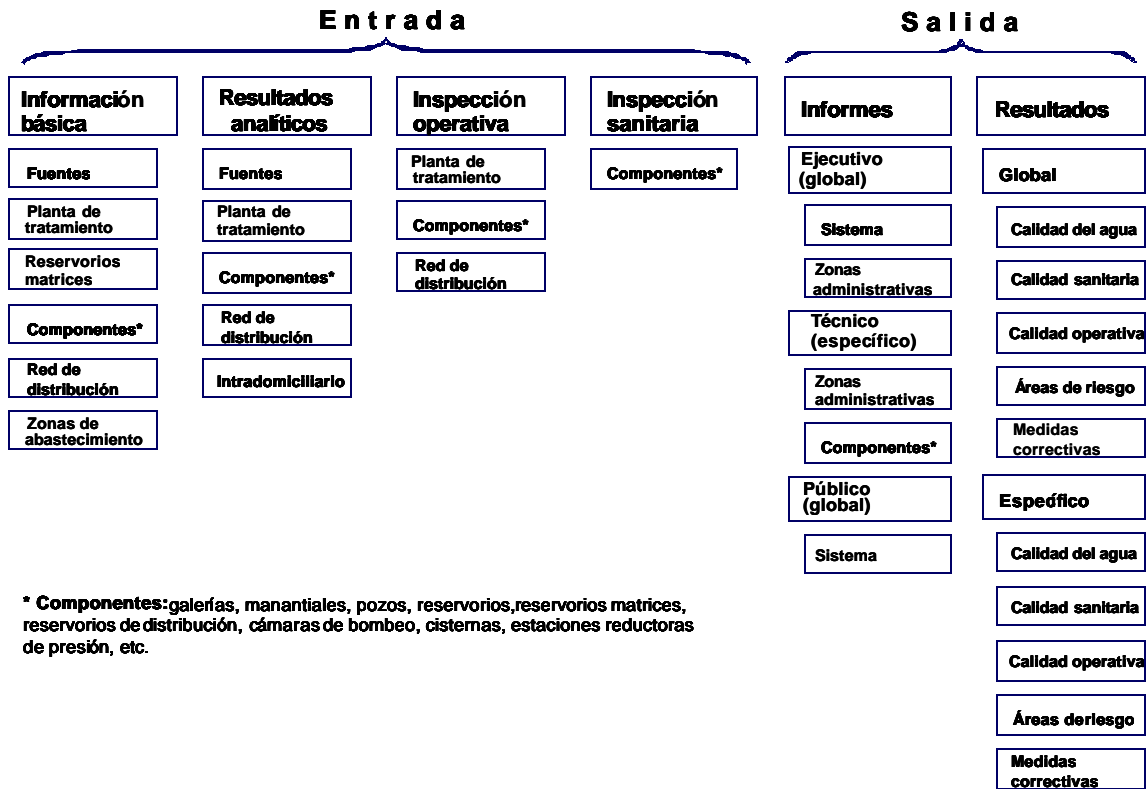


Figura 7. Procesamiento de la información

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.