

# Guías para la calidad del agua potable

PRIMER APÉNDICE A LA TERCERA EDICIÓN

**Volumen 1**

**Recomendaciones**

**Organización Mundial de la Salud**

Catalogación por la Biblioteca de la OMS

**Organización Mundial de la Salud.**

**Guías para la calidad del agua potable [recurso electrónico]: incluye el primer apéndice. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición.**

Versión electrónica para la Web.

1. Normas sobre el agua potable. 2. Normas sobre el agua. 3. Normas sobre la  
calidad del agua. 4. Directrices. I. Título.

ISBN 92 4 154696 4

(Clasificación de la NLM: WA 675)

© Organización Mundial de la Salud, 2006

Se reservan todos los derechos. Las publicaciones de la Organización Mundial de la Salud pueden solicitarse a Ediciones de la OMS, Organización Mundial de la Salud, 20 Avenue Appia, 1211 Genève 27, Suiza (tel.: +41 22 791 3264; fax: +41 22 791 4857; dirección electrónica: [bookorders@who.int](mailto:bookorders@who.int)). Las solicitudes de autorización para reproducir o traducir las publicaciones de la OMS —ya sea para la venta o para la distribución sin fines comerciales— deben dirigirse a Ediciones de la OMS, a la dirección precitada (fax: +41 22 791 4806; dirección electrónica: [permissions@who.int](mailto:permissions@who.int)).

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización Mundial de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la Organización Mundial de la Salud los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula.

La OMS ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la Organización Mundial de la Salud podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

# Índice de contenido

Prólogo	1
Nota de agradecimiento	4
Acrónimos y abreviaturas utilizados en el texto	6
<b>1. Introducción</b>	<b>11</b>
1.1 Consideraciones y principios generales	11
1.1.1 Aspectos microbiológicos	12
1.1.2 Desinfección	14
1.1.3 Aspectos químicos	14
1.1.4 Aspectos radiológicos	15
1.1.5 Aspectos relativos a la aceptabilidad	16
1.2 Funciones y responsabilidades en la gestión de la seguridad del agua de consumo	16
1.2.1 Vigilancia y control de la calidad	16
1.2.2 Autoridades de salud pública	17
1.2.3 Autoridades locales	19
1.2.4 Gestión de los recursos hídricos	20
1.2.5 Organismos proveedores de agua de consumo	21
1.2.6 Gestión por comunidades	21
1.2.7 Venta ambulante de agua	22
1.2.8 Consumidores individuales	22
1.2.9 Organismos de certificación	23
1.2.10 Instalaciones de fontanería	23
1.3 Documentación complementaria de las Guías	24
<b>2. Las Guías: un marco para la seguridad del agua de consumo</b>	<b>27</b>
2.1 Marco para la seguridad del agua de consumo: requisitos	27
2.1.1 Metas de protección de la salud	28
2.1.2 Evaluación y diseño del sistema	30
2.1.3 Monitoreo operativo	30
2.1.4 Planes de gestión, documentación y comunicación	31
2.1.5 Vigilancia de la calidad del agua de consumo	32
2.2 Directrices para la verificación	32
2.2.1 Calidad microbiológica del agua	32
2.2.2 Calidad química del agua	33
2.3 Políticas nacionales relativas al agua de consumo	34

2.3.1	Leyes, reglamentos y normas	34
2.3.2	Establecimiento de normas nacionales	35
2.4	Determinación de prioridades relativas a los problemas de calidad del agua de consumo	36
2.4.1	Evaluación de las prioridades relativas a los riesgos microbianos	37
2.4.2	Evaluación de las prioridades relativas a los riesgos químicos	37
<b>3.</b>	<b>Metas de protección de la salud</b>	<b>39</b>
3.1	Función y finalidad de las metas de protección de la salud	39
3.2	Tipos de metas de protección de la salud	40
3.2.1	Metas relativas a técnicas especificadas	43
3.2.2	Metas relativas a la eficacia	43
3.2.3	Metas relativas a la calidad del agua	43
3.2.4	Metas sanitarias	44
3.3	Consideraciones generales sobre la formulación de metas de protección de la salud	44
3.3.1	Evaluación del riesgo en el marco para la seguridad del agua de consumo	45
3.3.2	Nivel de riesgo de referencia	45
3.3.3	Años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD)	46
<b>4.</b>	<b>Planes de seguridad del agua</b>	<b>49</b>
4.1	Evaluación y diseño del sistema	51
4.1.1	Sistemas nuevos	52
4.1.2	Recopilación y evaluación de datos disponibles	53
4.1.3	Protección de los recursos y de la fuente	55
4.1.4	Tratamiento	58
4.1.5	Sistemas de distribución de agua por tuberías	59
4.1.6	Sistemas comunitarios y domésticos de abastecimiento sin tuberías	61
4.1.7	Validación	63
4.1.8	Ampliación y mejora	64
4.2	Monitoreo operativo y mantenimiento bajo control	64
4.2.1	Determinación de las medidas de control del sistema	64
4.2.2	Selección de parámetros para el monitoreo operativo	65
4.2.3	Fijación de límites operativos y críticos	66
4.2.4	Sistemas comunitarios y domésticos de abastecimiento sin tuberías	67
4.3	Verificación	67
4.3.1	Verificación de la calidad microbiológica	67
4.3.2	Verificación de la calidad química	68
4.3.3	Fuentes de agua	68
4.3.4	Sistemas de distribución de agua por tuberías	69
4.3.5	Verificación en sistemas de abastecimiento gestionados por comunidades	69
4.3.6	Garantía y control de la calidad	70
4.4	Procedimientos de gestión para sistemas de distribución de agua por tuberías	71
4.4.1	Incidentes previsible («desviaciones»)	72

4.4.2	Sucesos imprevistos	72
4.4.3	Situaciones de emergencia	72
[4.4.4	Eliminado en el primer apéndice a la tercera edición]	
4.4.5	Elaboración de un plan de monitoreo	73
4.4.6	Programas complementarios	73
4.5	Gestión de sistemas de abastecimiento de agua comunitarios y domésticos	74
4.6	Documentación y comunicación	75
<b>5.</b>	<b>Vigilancia</b>	<b>77</b>
5.1	Tipos de enfoques	78
5.1.1	Auditoría	78
5.1.2	Evaluación directa	79
5.2	Adaptación del enfoque a las circunstancias específicas	79
5.2.1	Zonas urbanas en países en desarrollo	79
5.2.2	Vigilancia de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo comunitarios	80
5.2.3	Vigilancia de los sistemas domésticos de tratamiento y almacenamiento de agua	81
5.3	Idoneidad del sistema de abastecimiento	81
5.3.1	Cantidad (nivel de servicio)	81
5.3.2	Accesibilidad	82
5.3.3	Asequibilidad	83
5.3.4	Continuidad	83
5.4	Planificación y ejecución	84
5.5	Notificación y comunicación	85
5.5.1	Relación con las comunidades y los consumidores	86
5.5.2	Uso de los datos en el ámbito regional	86
<b>6.</b>	<b>Aplicación de las Guías en circunstancias concretas</b>	<b>89</b>
6.1	Grandes edificios	89
6.1.1	Evaluación de los riesgos para la salud	89
6.1.2	Evaluación del sistema	90
6.1.3	Gestión	90
6.1.4	Monitoreo	91
6.1.5	Vigilancia independiente y programas complementarios	91
6.1.6	Calidad del agua de consumo en centros de atención de salud	91
6.1.7	Calidad del agua de consumo en escuelas y guarderías	92
6.2	Situaciones de emergencia y catástrofes	92
6.2.1	Consideraciones prácticas	93
6.2.2	Monitoreo	94
6.2.3	Directrices microbiológicas	94
6.2.4	Inspecciones sanitarias y cartografía de la cuenca de captación	95
6.2.5	Directrices químicas y radiológicas	96

6.2.6	Equipos y laboratorios de análisis	96
6.3	Agua inocua para viajeros	96
6.4	Sistemas de desalinización	97
6.5	Agua envasada	99
6.5.1	Seguridad del agua envasada	99
6.5.2	Posibles efectos saludables del agua embotellada	99
6.5.3	Normas internacionales relativas al agua embotellada	100
6.6	Producción y procesado de alimentos	100
6.7	Aeronaves y aeropuertos	101
6.7.1	Riesgos para la salud	101
6.7.2	Evaluación de los riesgos del sistema	101
6.7.3	Monitoreo operativo	101
6.7.4	Gestión	101
6.7.5	Vigilancia	102
6.8	Barcos	102
6.8.1	Riesgos para la salud	102
6.8.2	Evaluación de los riesgos del sistema	103
6.8.3	Monitoreo operativo	103
6.8.4	Gestión	103
6.8.5	Vigilancia	104
<b>7.</b>	<b>Aspectos microbiológicos</b>	<b>105</b>
7.1	Peligros microbianos relacionados con el agua de consumo	105
7.1.1	Infecciones transmitidas por el agua	105
7.1.2	Persistencia y proliferación en el agua	108
7.1.3	Aspectos relativos a la salud pública	108
7.2	Formulación de metas de protección de la salud	109
7.2.1	Metas de protección de la salud aplicadas a los peligros microbianos	109
7.2.2	Método de evaluación de riesgos	109
7.2.3	Formulación de metas relativas a la eficacia basadas en la evaluación de riesgos	113
7.2.4	Presentación del resultado de la determinación de metas relativas a la eficacia	114
7.2.5	Problemas que plantea la adaptación a las circunstancias nacionales o locales de la formulación de metas de eficacia basadas en la evaluación de riesgos	115
7.2.6	Metas sanitarias	116
7.3	Presencia de agentes patógenos en el agua y su tratamiento	117
7.3.1	Presencia de agentes patógenos	117
7.3.2	Tratamiento	118
7.4	Verificación de la inocuidad y calidad microbiológicas	121

7.5	Métodos de detección de bacterias indicadoras de contaminación fecal	123
7.6	Determinación de medidas locales de respuesta a problemas y situaciones de emergencia relativos a la calidad microbiológica del agua	124
7.6.1	Recomendaciones de hervir el agua o de evitar su consumo	124
7.6.2	Medidas tras un incidente	126
<b>8.</b>	<b>Aspectos químicos</b>	127
8.1	Peligros de tipo químico en el agua de consumo	127
8.2	Cálculo de valores de referencia para sustancias químicas	129
8.2.1	Métodos utilizados	129
8.2.2	Sustancias químicas con umbral de toxicidad	130
8.2.3	Otros métodos	132
8.2.4	Sustancias químicas sin umbral de toxicidad	133
8.2.5	Calidad de los datos	133
8.2.6	Valores de referencia provisionales	134
8.2.7	Sustancias químicas que afectan a la aceptabilidad	134
8.2.8	Sustancias químicas sin valor de referencia	134
8.2.9	Mezclas	134
8.3	Aspectos analíticos	135
8.3.1	Capacidad de detección analítica	135
8.3.2	Métodos analíticos	141
8.4	Tratamiento	143
8.4.1	Concentración alcanzable mediante tratamiento	143
8.4.2	Cloración	147
8.4.3	Ozonización	148
8.4.4	Otros procesos de desinfección	148
8.4.5	Filtración	149
8.4.6	Aeración	150
8.4.7	Coagulación química	150
8.4.8	Adsorción sobre carbón activado	151
8.4.9	Intercambio de iones	151
8.4.10	Procesos de membrana	152
8.4.11	Otros tratamientos	152
8.4.12	Subproductos de la desinfección: medidas de control del proceso	152
8.4.13	Tratamiento para el control de la corrosión	154
8.5	Valores de referencia correspondientes a sustancias individuales, clasificadas por tipo de fuente	156
8.5.1	Sustancias químicas de origen natural	156
8.5.2	Sustancias químicas de fuentes industriales y núcleos habitados	158
8.5.3	Sustancias químicas de actividades agropecuarias	160
8.5.4	Sustancias químicas usadas en el tratamiento del agua	

	de consumo o procedentes de materiales en contacto con el agua	162
8.5.5	Plaguicidas añadidos al agua por motivos de salud pública	165
8.5.6	Cianotoxinas	166
8.6	Determinación de medidas locales de respuesta a problemas y situaciones de emergencia relativos a la calidad química del agua	167
8.6.1	Situaciones que desencadenan la adopción de medidas	167
8.6.2	Investigación de la situación	168
8.6.3	Consulta a las personas pertinentes	168
8.6.4	Información a la población	169
8.6.5	Evaluación de la importancia para la salud pública y para las personas	169
8.6.6	Determinación de las medidas pertinentes	170
8.6.7	Aceptabilidad para los consumidores	171
8.6.8	Garantía de la adopción de medidas correctoras, prevención de la repetición de incidentes y actualización del plan de seguridad del agua	171
8.6.9	Mezclas	171
8.6.10	Recomendaciones de evitar el consumo de agua	171
<b>9.</b>	<b>Aspectos radiológicos</b>	<b>173</b>
9.1	Fuentes y efectos sobre la salud de la exposición a la radiación	173
9.1.1	Exposición a la radiación por el agua de consumo	175
9.1.2	Efectos sobre la salud de la exposición a radiación por el agua de consumo	175
9.2	Unidades de radioactividad y dosis de radiación	176
9.3	Niveles de referencia correspondientes a radionúclidos presentes en el agua de consumo	177
9.4	Monitoreo y evaluación de radionúclidos disueltos	178
9.4.1	Análisis de aguas de consumo	178
9.4.2	Estrategia para evaluar el agua de consumo	178
9.4.3	Medidas correctoras	179
9.5	Radón	180
9.5.1	Presencia de radón en el aire y en el agua	180
9.5.2	Riesgos	181
9.5.3	Orientación relativa a la presencia de radón en el agua de consumo	181
9.6	Toma de muestras, análisis y elaboración de informes	181
9.6.1	Medición de las concentraciones de radioactividad alfa total y beta total	181
[9.6.2	Eliminado en el primer apéndice a la tercera edición]	
9.6.3	Medición del radón	182
9.6.4	Toma de muestras	182
9.6.5	Notificación de los resultados	182
<b>10.</b>	<b>Aspectos relativos a la aceptabilidad</b>	<b>183</b>
10.1	Sabor, olor y aspecto	183
10.1.1	Contaminantes de origen biológico	184

10.1.2	Contaminantes de origen químico	185
10.1.3	Tratamiento de los problemas de sabor, olor y aspecto	189
10.2	Temperatura	189
<b>11.</b>	<b>Hojas de información microbiológica</b>	<b>191</b>
11.1	Bacterias patógenas	191
11.1.1	<i>Acinetobacter</i>	191
11.1.2	<i>Aeromonas</i>	193
11.1.3	<i>Bacillus</i>	194
11.1.4	<i>Burkholderia pseudomallei</i>	194
11.1.5	<i>Campylobacter</i>	195
11.1.6	<i>Cepas patógenas de Escherichia coli</i>	196
11.1.7	<i>Helicobacter pylori</i>	197
11.1.8	<i>Klebsiella</i>	198
11.1.9	<i>Legionella</i>	199
11.1.10	<i>Mycobacterium</i>	200
11.1.11	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	202
11.1.12	<i>Salmonella</i>	203
11.1.13	<i>Shigella</i>	204
11.1.14	<i>Staphylococcus aureus</i>	205
11.1.15	<i>Tsukamurella</i>	206
11.1.16	<i>Vibrio</i>	206
11.1.17	<i>Yersinia</i>	208
11.2	Virus patógenos	209
11.2.1	Adenovirus	209
11.2.2	Astrovirus	210
11.2.3	Calicivirus	211
11.2.4	Enterovirus	212
11.2.5	Virus de la hepatitis A	213
11.2.6	Virus de la hepatitis E	214
11.2.7	Rotavirus y ortorreovirus	215
11.3	Protozoos patógenos	216
11.3.1	<i>Acanthamoeba</i>	217
11.3.2	<i>Balantidium coli</i>	218
11.3.3	<i>Cryptosporidium</i>	218
11.3.4	<i>Cyclospora cayetanensis</i>	220
11.3.5	<i>Entamoeba histolytica</i>	221
11.3.6	<i>Giardia intestinalis</i>	221
11.3.7	<i>Isospora belli</i>	223
11.3.8	Microsporidios	224
11.3.9	<i>Naegleria fowleri</i>	225

11.3.10	<i>Toxoplasma gondii</i>	226
11.4	Helminfos patógenos	227
11.4.1	<i>Dracunculus medinensis</i>	227
11.4.2	<i>Fasciola</i> spp.	229
11.5	Cianobacterias tóxicas	230
11.6	Microorganismos indicadores e índices	231
11.6.1	Total de bacterias coliformes	232
11.6.2	<i>Escherichia coli</i> y bacterias coliformes termotolerantes	233
11.6.3	Recuentos de heterótrofos en placa	234
11.6.4	Enterococos intestinales	235
11.6.5	<i>Clostridium perfringens</i>	236
11.6.6	Colifagos	237
11.6.7	Bacteriófagos de <i>Bacteroides fragilis</i>	239
11.6.8	Virus entéricos	240
<b>12.</b>	<b>Hojas de información sobre sustancias químicas</b>	<b>243</b>
12.1	Acrilamida	243
12.2	Alaoloro	244
12.3	Aldicarb	244
12.4	Aldrín y dieldrín	245
12.5	Aluminio	246
12.6	Amoniaco	248
12.7	Antimonio	249
12.8	Arsénico	250
12.9	Amianto (asbesto)	251
12.10	Atrazina	251
12.11	Bario	252
12.12	Bentazona	253
12.13	Benceno	254
12.14	Boro	255
12.15	Bromato	256
12.16	Ácidos bromoacéticos	257
12.17	Cadmio	258
12.18	Carbofurán	259
12.19	Tetracloruro de carbono	260
12.20	Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	261
12.21	Clordano	262
12.22	Cloruro	263
12.23	Cloro	263
12.24	Clorito y clorato	264
12.25	Cloroacetonas	266

12.26	Clorofenoles (2-clorofenol, 2,4-diclorofenol, 2,4,6-triclorofenol)	266
12.27	Cloropicrina	267
12.28	Clorotolurón	268
12.29	Clorpirifós	269
12.30	Cromo	270
12.31	Cobre	270
12.32	Cianazina	272
12.33	Cianuro	273
12.34	Cloruro de cianógeno	274
12.35	2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético)	274
12.36	2,4-DB	275
12.37	DDT y sus metabolitos	276
12.38	Dialquilos de estaño	277
12.39	1,2-Dibromo-3-cloropropano (DBCP)	278
12.40	1,2-Dibromoetano (dibromuro de etileno)	279
12.41	Ácido dicloroacético	280
12.42	Diclorobencenos (1,2-diclorobenceno, 1,3-diclorobenceno, 1,4-diclorobenceno)	281
12.43	1,1-Dicloroetano	282
12.44	1,2-Dicloroetano	283
12.45	1,1-Dicloroetano	284
12.46	1,2-Dicloroetano	284
12.47	Diclorometano	286
12.48	1,2-Dicloropropano (1,2-DCP)	286
12.49	1,3-Dicloropropano	287
12.50	1,3-Dicloropropeno	288
12.51	Diclorprop (2,4-DP)	289
12.52	Di(2-etilhexil)adipato	290
12.53	Di(2-etilhexil)ftalato	290
12.54	Dimetoato	291
12.54(a)	1,4-Dioxano	292
12.55	Dicuat	293
12.56	Ácido edético (EDTA)	294
12.57	Endosulfán	295
12.58	Endrín	295
12.59	Epiclorhidrina	296
12.60	Etilbenceno	297
12.61	Fenitrotión	298
12.62	Fenoprop o ácido 2-(2,4,5-triclorofenoxi)propiónico	299
12.63	Fluoruro	300
12.64	Formaldehído	302

12.65	Glifosato y AMPA	302
12.66	Haloacetoniros (dicloroacetoniros, dibromoacetoniros, bromocloroacetoniros, tricloroacetoniros)	303
12.67	Dureza	305
12.68	Heptacloro y epóxido de heptacloro	306
12.69	Hexaclorobenceno (HCB)	306
12.70	Hexaclorobutadieno (HCBD)	307
12.71	Sulfuro de hidrógeno	308
12.72	Estaño inorgánico	309
12.73	Yodo	309
12.74	Hierro	310
12.75	Isoproturón	311
12.76	Plomo	312
12.77	Lindano	313
12.78	Malatión	314
12.79	Manganeso	315
12.80	MCPA [ácido 4-(2-metil-4-clorofenoxi)acético]	317
12.81	Mecoprop (MCCP; ácido 2-(4-cloro-2-metilfenoxi)propiónico]	317
12.82	Mercurio	318
12.83	Metoxicloro	319
12.84	Metil paratión	320
12.84(a)	Metil- <i>terc</i> -butil-éter (MTBE)	321
12.85	Metolacloro	322
12.86	Microcistina-LR	323
12.87	Molinato	324
12.88	Molibdeno	325
12.89	Monocloramina	326
12.90	Ácido monocloroacético	327
12.91	Monoclorobenceno	327
12.92	MX	328
12.93	Níquel	329
12.94	Nitrato y nitrito	330
12.95	Ácido nitrilotriacético (ANT)	332
12.96	Paratión	333
12.97	Pendimetalina	334
12.98	Pentaclorofenol	335
12.99	Permetrina	336
12.99(a)	Productos derivados del petróleo	337
12.100	pH	338
12.101	2-Fenilfenol y su sal sódica	338

12.102	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	339
12.103	Propanil	341
12.104	Piriproxifeno	341
12.105	Selenio	342
12.106	Plata	343
12.107	Simazina	344
12.108	Sodio	345
12.109	Estireno	345
12.110	Sulfato	346
12.111	2,4,5-T (ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético)	347
12.112	Terbutilazina (TBA)	348
12.113	Tetracloroetano	349
12.114	Tolueno	350
12.115	Sólidos disueltos totales (SDT)	351
12.116	Ácido tricloroacético	352
12.117	Triclorobencenos (total)	352
12.118	1,1,1-Tricloroetano	353
12.119	Tricloroetano	354
12.120	Trifluralina	355
12.121	Trihalometanos (bromoforno, bromodichlorometano, dibromoclorometano, cloroformo)	356
12.122	Uranio	359
12.123	Cloruro de vinilo	360
12.124	Xilenos	361
12.125	Cinc	362
<b>Anexo 1</b>	<b>Bibliografía</b>	365
<b>Anexo 2</b>	<b>Contribuidores a la elaboración de la tercera edición de las <i>Guías para la calidad del agua potable y sus apéndices</i></b>	370
<b>[Anexo 3</b>	<b>Eliminado en el primer apéndice a la tercera edición]</b>	392
<b>Anexo 4</b>	<b>Cuadros de información resumida sobre sustancias químicas</b>	393

# Prólogo

El acceso al agua potable es fundamental para la salud, uno de los derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud.

La importancia del agua, el saneamiento y la higiene para la salud y el desarrollo han quedado reflejados en los documentos finales de diversos foros internacionales sobre políticas, entre los que cabe mencionar conferencias relativas a la salud, como la Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud que tuvo lugar en Alma Ata, Kazajstán (ex Unión Soviética) en 1978, conferencias sobre el agua, como la Conferencia Mundial sobre el Agua de Mar del Plata (Argentina) de 1977, que dio inicio al Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental, así como los Objetivos de Desarrollo del Milenio aprobados por la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU) en 2000 y el documento final de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo de 2002. Más recientemente, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el periodo de 2005 a 2015 como Decenio Internacional para la Acción «El agua, fuente de vida».

El acceso al agua potable es una cuestión importante en materia de salud y desarrollo en los ámbitos nacional, regional y local. En algunas regiones, se ha comprobado que las inversiones en sistemas de abastecimiento de agua y de saneamiento pueden ser rentables desde un punto de vista económico, ya que la disminución de los efectos adversos para la salud y la consiguiente reducción de los costos de asistencia sanitaria es superior al costo de las intervenciones. Dicha afirmación es válida para diversos tipos de inversiones, desde las grandes infraestructuras de abastecimiento de agua al tratamiento del agua en los hogares. La experiencia ha demostrado asimismo que las medidas destinadas a mejorar el acceso al agua potable favorecen en particular a los pobres, tanto de zonas rurales como urbanas, y pueden ser un componente eficaz de las estrategias de mitigación de la pobreza.

En los periodos 1983-1984 y 1993-1997, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó las ediciones primera y segunda de las *Guías para la calidad del agua potable*, en tres volúmenes, basadas en normas internacionales anteriores de la OMS. En 1995, se decidió iniciar un proceso de desarrollo adicional de las Guías mediante su revisión continuada. Este proceso condujo a la publicación, en 1998, 1999 y 2002, de apéndices a la segunda edición de las Guías, relativos a aspectos químicos y microbiológicos; a la publicación de un texto acerca de las *Cianobacterias tóxicas en el agua*, y a la elaboración de exámenes de expertos sobre cuestiones clave, en preparación para la elaboración de una tercera edición de las Guías.

En 2000, se acordó un plan pormenorizado para la elaboración de la tercera edición de las Guías. Como en las ediciones anteriores, la labor ha sido compartida por la Sede de la OMS y la Oficina Regional de la OMS para Europa (EURO). Han dirigido el proceso de desarrollo de la tercera edición el Programa de Agua, Saneamiento y Salud, en la Sede de la OMS en Ginebra, y el Centro Europeo para el Medio Ambiente y la Salud, de la EURO, con sede en Roma. En la Sede de la OMS, el Programa de Fomento de la Seguridad Química colaboró en aspectos relativos a los peligros de tipo químico, y el Programa de Fomento de la Seguridad Radiológica ayudó a redactar la sección sobre aspectos radiológicos. Las seis Oficinas Regionales de la OMS participaron en el proceso.

El presente Volumen 1 revisado de las Guías se complementa con una serie de publicaciones que informan sobre la evaluación y la gestión de los riesgos asociados a los peligros de tipo microbiano y con evaluaciones cotejadas por expertos internacionales de los riesgos asociados a determinados productos químicos. Estas publicaciones sustituyen a las partes correspondientes del Volumen 2 anterior. El Volumen 3 proporciona orientación sobre prácticas correctas de vigilancia, monitoreo y evaluación de la calidad del agua de consumo en sistemas de abastecimiento comunitarios. Complementan también a las Guías otras publicaciones que explican los fundamentos científicos en los que se basa su elaboración y orientan sobre prácticas correctas para su aplicación.

El presente volumen de las *Guías para la calidad del agua potable* explica los requisitos necesarios para garantizar la inocuidad del agua, incluidos los procedimientos mínimos y valores de referencia específicos, y el modo en que deben aplicarse tales requisitos. Describe asimismo los métodos utilizados para calcular los valores de referencia, e incluye hojas de información sobre peligros microbianos y químicos significativos. La elaboración de la presente tercera edición de las *Guías para la calidad del agua potable* incluye una revisión en profundidad de los métodos utilizados para garantizar la inocuidad microbiana. Esta revisión tiene en cuenta importantes novedades en la evaluación de los riesgos

microbianos y el modo en que afectan a la gestión de los riesgos. La elaboración de esta orientación y contenidos fue dirigida, durante un periodo prolongado, por el Dr. Arie Havelaar (RIVM, Países Bajos) y el Dr. Jamie Bartram (OMS).

Desde la publicación de la segunda edición de las *Guías para la calidad del agua potable* de la OMS, se han producido varios acontecimientos que han permitido conocer mejor diversos aspectos relativos a la calidad del agua de consumo y la salud, y han puesto de manifiesto su importancia. Estos acontecimientos quedan reflejados en la presente tercera edición de las Guías.

El presente documento sustituye a las ediciones anteriores de las Guías (1983–1984, 1993–1997 y apéndices de 1998, 1999 y 2002) y a las normas internacionales anteriores (1958, 1963 y 1971). Las Guías se consideran reflejo de la opinión oficial del sistema de las Naciones Unidas sobre cuestiones relativas a la calidad del agua y la salud, así como el de ONU-Agua, el organismo que coordina a los 24 organismos y programas de las Naciones Unidas interesados en cuestiones relativas al agua. Esta edición de las Guías profundiza en los conceptos, métodos e información presentados en ediciones anteriores:

- La experiencia ha demostrado que los peligros microbianos continúan siendo la principal preocupación tanto de los países desarrollados como de los países en desarrollo. La experiencia ha demostrado asimismo el valor de la aplicación de un método sistemático para garantizar la inocuidad microbiana. La presente edición comprende una ampliación significativa de la orientación sobre el modo de garantizar la inocuidad microbiana del agua de consumo, que desarrolla los principios —como el sistema de barreras múltiples y la importancia de la protección de las fuentes— ya considerados en ediciones anteriores. Las Guías se complementan con documentos que describen métodos para cumplir los requisitos de inocuidad microbiana del agua y proporcionan orientación sobre prácticas correctas para garantizar su inocuidad.
- Se ha actualizado la información sobre numerosas sustancias químicas. Se ha incluido información sobre sustancias químicas que no se habían considerado previamente, se han introducido correcciones basadas en información científica nueva y, en algunos casos, se ha recortado la información sobre sustancias consideradas de menor prioridad a tenor de información nueva.
- La experiencia ha demostrado asimismo la necesidad de reconocer las importantes funciones que desempeñan numerosas partes interesadas diferentes en la garantía de la inocuidad del agua de consumo. En la presente edición se describen las funciones y responsabilidades de los principales interesados en la garantía de la inocuidad del agua de consumo.
- Continúa siendo necesario aplicar instrumentos y métodos diferentes para apoyar la gestión segura de los grandes sistemas de abastecimiento de agua entubada (por tuberías) que para la gestión de los pequeños sistemas de abastecimiento comunitarios; la presente edición describe las características principales de los diferentes métodos.
- Se reconoce cada vez más que la exposición por medio del agua de consumo a unas pocas sustancias químicas, como el fluoruro, el arsénico y el nitrato, produce grandes efectos sobre la salud, y otras sustancias, como el plomo, el selenio y el uranio, pueden producir también efectos significativos en determinadas condiciones. El interés por los peligros derivados de la presencia de sustancias químicas en el agua de consumo aumentó como consecuencia del reconocimiento de la magnitud de la exposición al arsénico presente en el agua de consumo en Bangladesh y en otros lugares. La versión actualizada de las Guías y las publicaciones asociadas proporcionan orientación para la determinación de las prioridades locales y para la gestión de las sustancias químicas asociadas con efectos a gran escala.
- La OMS recibe con frecuencia solicitudes de orientación acerca de la aplicación de las *Guías para la calidad del agua potable* en situaciones diferentes de las de los sistemas de abastecimiento comunitarios o los servicios gestionados por entidades públicas. Esta edición actualizada incluye información sobre la aplicación de las Guías en varias circunstancias específicas y se complementa con documentos que profundizan en algunos de estos aspectos.

Las *Guías para la calidad del agua potable* se mantienen actualizadas mediante un proceso de revisión continuado que conlleva la publicación periódica de documentos que pueden ampliar o reemplazar la información del presente volumen. La presente versión de las Guías integra la tercera edición, publicada en 2004, con el primer apéndice a la tercera edición, publicado en 2005.

Las Guías se dirigen principalmente a los responsables de la elaboración y gestión de políticas en materia de agua y salud, y a sus asesores, para orientarles en la elaboración de normas nacionales. Muchas otras

personas utilizan las Guías y los documentos asociados como fuente de información acerca de la calidad del agua y la salud, así como sobre métodos de gestión eficaces.

# Nota de agradecimiento

En la elaboración de la edición actual de las *Guías para la calidad del agua potable* y los documentos complementarios han intervenido, a lo largo de un periodo de ocho años, más de 490 expertos de 90 países en desarrollo y desarrollados. Agradecemos sinceramente las contribuciones de todas las personas que han participado en la elaboración y finalización de las *Guías para la calidad del agua potable*, incluidas las mencionadas en el anexo 2.

En el desarrollo de la tercera edición de las *Guías para la calidad del agua potable* ha sido fundamental la contribución de los siguientes grupos de trabajo:

## **Grupo de trabajo sobre aspectos microbiológicos**

Sra. T. Boonyakarnkul, Department of Health (ministerio de salud), Tailandia (*Vigilancia y control*)

Dr. D. Cunliffe, SA Department of Human Services (ministerio de asuntos sociales de Australia del Sur), Australia (*Salud pública*)

Prof. W. Grabow, University of Pretoria, Sudáfrica (*Información sobre patógenos concretos*)

Dr. A. Havelaar, RIVM, Países Bajos (Coordinador del grupo de trabajo; *Evaluación de riesgos*)

Prof. M. Sobsey, University of North Carolina, EE. UU. (*Evaluación de riesgos*)

## **Grupo de trabajo sobre aspectos químicos**

Sr. J.K. Fawell, Reino Unido (*Componentes orgánicos e inorgánicos*)

Sra. M. Giddings, Health Canada (Ministerio de Salud del Canadá) (*Desinfectantes y subproductos de la desinfección*)

Prof. Y. Magara, universidad de Hokkaido, Japón (*Capacidad de detección analítica*)

Dr. E. Ohanian, Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) de los EE. UU. (*Desinfectantes y subproductos de la desinfección*)

Dr. P. Toft, Canadá (*Plaguicidas*)

## **Grupo de trabajo sobre protección y control**

Dra. I. Chorus, Umweltbundesamt (oficina federal alemana de medio ambiente) (*Protección de recursos y fuentes*)

Dr. J. Cotruvo, EE. UU. (*Materiales y aditivos*)

Dr. G. Howard, DfID (Departamento de desarrollo internacional de Bangladesh), anteriormente adscrito a Loughborough University, Reino Unido (*Monitoreo y evaluación*)

Sr. P. Jackson, WRC-NSF, Reino Unido (*Reducción de la concentración alcanzable mediante tratamiento*)

Los coordinadores de la OMS fueron:

— Dr. J. Coordinador del Programa de Agua, Saneamiento y Salud (Sede de la OMS), anteriormente adscrito al Centro Europeo para el Medio Ambiente y la Salud de la OMS.

— Sr. P. Callan, Programa de Agua, Saneamiento y Salud (Sede de la OMS), en comisión de servicio, adscrito al National Health and Medical Research Council (consejo nacional para la salud y la investigación médica), Australia

La Sra. C. Vickers sirvió de enlace entre los grupos de trabajo y el Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (Sede de la OMS).

La Sra. Marla Sheffer, de Ottawa (Canadá), fue la responsable de la labor de corrección de las Guías. El Sr. Hiroki Hashizume prestó apoyo al Grupo de trabajo sobre aspectos químicos. Mary-Ann Lundby, Grazia Motturi y Penny Ward realizaron labores secretariales y administrativas durante el proceso y en reuniones determinadas.

La elaboración de las presentes Guías no hubiera sido posible sin el apoyo generoso de los siguientes organismos, que agradecemos sinceramente: el Ministerio de Salud de Italia; el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar del Japón; el consejo nacional australiano para la salud y la investigación médica (National Health and Medical Research Council); el organismo sueco de cooperación para el desarrollo internacional (Swedish International Development Cooperation Agency), y la Agencia de Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency) de los Estados Unidos.

# Acrónimos y abreviaturas utilizados en el texto

AAS	espectrometría de absorción atómica (del inglés <i>atomic absorption spectrometry</i> )
ADCA	ácido dicloroacético
adH	adenovirus humano
ADN	ácido desoxirribonucleico
AES	espectrometría de emisión atómica (del inglés <i>atomic emission spectrometry</i> )
AMPA	ácido aminometilfosfónico
ANT	ácido nitrilotriacético
APPCC	análisis de peligros y de puntos críticos de control
ARN	ácido ribonucleico
astVH	astrovirus humano
AVAD	años de vida ajustados en función de la discapacidad
AVD	años de vida con salud perdidos por padecer un estado de salud subóptimo; es decir, con discapacidad
AVP	años de vida perdidos por muerte prematura
BaP	benzo[ <i>a</i> ]pireno
BDCM	bromodichlorometano
CAC	Comisión FAO/OMS del Codex Alimentarius ( <i>Codex Alimentarius Commission</i> )
CAG	carbón activado granular
CAS	Chemical Abstracts Service (servicio de resúmenes de publicaciones científicas sobre química de la American Chemical Society)
CAP	carbón activado en polvo
CDI	criterio de dosis individual
CICAD	Concise International Chemical Assessment Documents (documentos internacionales concisos sobre evaluación de sustancias químicas)
CIIC	Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer
CIPR	Comisión Internacional de Protección Radiológica
CSA	monografía de la serie Criterios de Salud Ambiental
Ct	producto de la concentración de desinfectante y el tiempo de contacto
CVH	calicivirus humano
DBCM	dibromoclorometano
DBCP	1,2-dibromo-3-cloropropano
DCB	diclorobenceno

DCP	dicloropropano
DDT	diclorodifeniltricloroetano
DEHA	di(2-etilhexil)adipato
DEHP	di(2-etilhexil)ftalato
DMEAO	dosis mínima con efecto adverso observado
DR	dosis de referencia
DSEAO	dosis sin efecto adverso observado
DSEO	dosis sin efecto observado
EAAS	espectrometría de absorción atómica electrotérmica (del inglés <i>electrothermal atomic absorption spectrometry</i> )
EAG	encefalitis granulomatosa amebiana
ECAD	<i>E. coli</i> de adherencia difusa
ECEA	<i>E. coli</i> enteroagregativa
ECEH	<i>E. coli</i> enterohemorrágica
ECEI	<i>E. coli</i> enteroinvasiva
ECEP	<i>E. coli</i> enteropatógena
ECET	<i>E. coli</i> enterotoxígena
ECD	detector de captura de electrones (del inglés <i>electron capture detector</i> )
EDTA	ácido edético; ácido etilendiaminotetraacético
EE. UU.	Estados Unidos de América
ELISA	enzimoinmunoanálisis de adsorción ( <i>enzyme-linked immunosorbent assay</i> )
EURO	Oficina Regional de la OMS para Europa
FAAS	espectrometría de absorción atómica de llama (del inglés <i>flame atomic absorption spectrometry</i> )
FAO	Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas
FD	detector de fluorescencia (del inglés <i>fluorescence detector</i> )
FI	factor de incertidumbre
FID	detector de ionización de llama (del inglés <i>flame ionization detector</i> )
FPD	detector fotométrico de llama (del inglés <i>flame photodiode detector</i> )
GC	cromatografía de gases (del inglés <i>gas chromatography</i> )
GC/EC	cromatografía de gases con captura de electrones (del inglés <i>gas chromatography/electron capture</i> )
GC/FID	cromatografía de gases con detector de ionización de llama (del inglés <i>gas chromatography/flame ionization detector</i> )
GC/FPD	cromatografía de gases con detector fotométrico de llama (del inglés <i>gas chromatography/flame photodiode detector</i> )
GC/MS	cromatografía de gases acoplada con espectrometría de masas (del inglés <i>gas chromatography/mass spectrometry</i> )
GC/PD	cromatografía de gases con detector de fotoionización (del inglés <i>gas chromatography/photoionization detector</i> )

GC/TID cromatografía de gases con detector de ionización térmica (del inglés *gas chromatography/thermal ionization detector*)

HAP hidrocarburo aromático policíclico (o polinuclear)

HCB hexaclorobenceno

HCBD hexaclorobutadieno

HCH hexaclorociclohexano

HPLC cromatografía líquida de alta resolución (*high-performance liquid chromatography*)

HTP hidrocarburos totales de petróleo

IC cromatografía iónica (del inglés *ion chromatography*)

ICP plasma acoplado por inducción (del inglés *inductively coupled plasma*)

IDA ingesta diaria admisible

IDT ingesta diaria tolerable

IDTP ingesta diaria tolerable provisional

IL índice de Langelier

IPCS *International Programme on Chemical Safety* (Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas)

ISO *International Organization for Standardization* (Organización Internacional de Normalización)

ISTP ingesta semanal tolerable provisional

JECFA Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios

JMPR Reunión Conjunta FAO/OMS sobre Residuos de Plaguicidas

$K_{ow}$  coeficiente de reparto octanol/agua

MAP meningoencefalitis amebiana primaria

MCB monoclorobenceno

MCPA ácido 4-(2-metil-4-clorofenoxi)acético

MCPP ácido 2(2-metil-clorofenoxi)propiónico; mecoprop

MIDTP máxima ingesta diaria tolerable provisional (PMTDI, *provisional maximum tolerable daily intake*, en inglés)

MMT tricarbonil (metilciclopentadienil) manganeso

MS espectrometría de masas (del inglés *mass spectrometry*)

MTBE metil-*terc*-butil-éter

MX 3-cloro-4-diclorometil-5-hidroxi-2(5H)-furanona

NAS National Academy of Sciences (academia nacional de las ciencias de los EE. UU.)

NTP National Toxicology Program (programa nacional de toxicología de los EE. UU.)

NR nivel de referencia (para radionúclidos en agua de consumo)

OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OMS	Organización Mundial de la Salud
P/A	presencia/ausencia
PCF	pentaclorofenol
PD	detector de fotoionización (del inglés <i>photoionization detector</i> )
PSA	plan(es) de seguridad del agua
PT	purga y atrapamiento, o purga y trampa (del inglés <i>purge and trap</i> )
PT-GC/MS	cromatografía de gases obtenidos mediante purga y atrapamiento acoplada con espectrometría de masas (del inglés <i>purge-and-trap gas chromatography/mass spectrometry</i> )
PVC	poli(cloruro de vinilo)
RCP	reacción en cadena de la polimerasa
RHP	recuento de heterótrofos en placa
RIVM	<i>Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu</i> (Instituto nacional neerlandés de salud pública y protección del medio ambiente)
RVH	rotavirus humano
SDT	sólidos disueltos totales
SHU	síndrome hemolítico urémico
SI	Sistema internacional de unidades
SIDA	síndrome de inmunodeficiencia adquirida
SPD	subproducto(s) de la desinfección
TBA	terbutilazina
TCB	triclorobenceno
TD <sub>05</sub>	dosis oncogena <sub>05</sub> , la ingesta o exposición asociada con un incremento del 5% de la incidencia de tumores en estudios experimentales con animales
THM	trihalometano(s)
TID	detector de ionización térmica (del inglés <i>thermal ionization detector</i> )
UCV	unidad de color verdadero
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
UNSCEAR	Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas
UNT	unidad nefelométrica de turbidez
US EPA	United States Environmental Protection Agency (Agencia de protección del medio ambiente de los Estados Unidos)
UV	ultravioleta(s)
UVPAD	detector de ultravioleta de serie de fotodiodos (del inglés <i>ultraviolet photodiode array detector</i> )

VHA virus de la hepatitis A  
VHE virus de la hepatitis E  
VIH virus de la inmunodeficiencia humana  
VR valor de referencia

WHOPES plan de evaluación de plaguicidas de la Organización Mundial de la Salud (*World Health Organization Pesticide Evaluation Scheme*)