Lineamientos del componente de salud humana en la evaluación ambiental

Para una evaluación efectiva de los potenciales impactos sobre la salud humana en procesos de planificación y tramitación de permisos ambientales

UVP-Gesellschaft e. V.
(Asociación Alemana de Evaluación de Impacto Ambiental)
Grupo de Trabajo Salud Humana

UVP
UVP-Gesellschaft e. V.

PERÚ Ministerio del Ambiente

Publicado por
Ministerio del Ambiente
Javier Prado Oeste 1440, San Isidro.
Lima, Perú.
telf. +511 611 6000

Dirección General de Calidad Ambiental

LINEAMIENTOS DEL COMPONENTE DE SALUD HUMANA EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Para una evaluación efectiva de los potenciales impactos sobre la salud humana en procesos de planificación y tramitación de permisos ambientales

UVP-Gesellschaft e. V. (Asociación Alemana de Evaluación de Impacto Ambiental)

Autores
Dra. Ilse Albrecht, Hendrik Baumeister, Corinna Berger, Christiane Bunge, Dr. Thomas Claßen, Martin Enderle, Prof. Dr. Rainer Fehr, Johanna Ferretti, Dr. Joachim Hartlik, Dirk Heller, Dra. Dagmar Hildebrandt, Prof. Dra. Claudia Hornberg, Prof. Dr. Wilfried Kühling, Monika Machtolf, Julia Nowacki, Dra. Aranka Podhora, Natalie Riedel, Dra. Andrea Rüdiger, Prof. Dra. Inge Schmitz-Feuerhake, Dr. Rudolf Welteke, LLM Martha Inés Aldana D.

Redacción
Dra. Ilse Albrecht, Dr. Thomas Claßen, Dr. Joachim Hartlik (encargado de redacción), Dirk Heller, Dra. Dagmar Hildebrandt, Prof. Dr. Wilfried Kühling, Monika Machtolf, Dra. Aranka Podhora

Encargado del grupo de trabajo
Reinhard Streckmann

Coordinador de los Lineamientos del componente de salud humana en la evaluación ambiental
Dr. Joachim Hartlik (hartlik@uvp.de)

Traducción
Klaus Amrehn

Revisión de la versión traducida al español por la Dra. Aranka Podhora, Mag. rer. nat. Achim Constantin, Dra. Mónica Silva Gonzalez, MSc. Catherine Cardich Salazar, MSc. Holger Treidel e Ing. Jimmy Jara Rojas

Corrección de estilo
Rosa Díaz Suárez

Diseño y diagramación
Renzo Rabanal Pérez-Roca

© UVP-Gesellschaft e. V. (Asociación Alemana de Evaluación de Impacto Ambiental)
Grupo de Trabajo Salud Humana
Ahdener Weg 10a, D-33100 Paderborn, Alemania
http://www.uvp.de/en

La publicación del presente documento en idioma español se realizó con el apoyo de la Cooperación Alemana implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, a través de su programa Contribución a las Metas Ambientales del Perú (ProAmbiente)

Primera edición alemana, junio de 2014
Primera edición peruana (traducción de los capítulos 1, 2, 3, 5, 7, 8 y 9), febrero de 2017

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú n.º 2017-00870

Impresión
Tarea Asociación Gráfica Educativa
Pasaje María Auxiliadora N° 156, Breña. Lima

Cita sugerida (ejemplo con referencia al capítulo 1): Hartlik, J. (2014). Motivo, objetivo y destinatarios. En UVP-Gesellschaft e. V., Grupo de Trabajo Salud Humana (ed.): *Lineamientos del componente de salud humana en la evaluación ambiental*, cap. 1 (o indicar la página), Hamm, Alemania.

Lineamientos del componente de salud humana en la evaluación ambiental

Para una evaluación efectiva de los potenciales impactos sobre la salud humana en procesos de planificación y tramitación de permisos ambientales

UVP-Gesellschaft e. V.
(Asociación Alemana de Evaluación de Impacto Ambiental)
Grupo de Trabajo Salud Humana

UVP-Gesellschaft e. V.

PERÚ Ministerio del Ambiente

Aportes de

Dra. Ilse albrecht Grupo de Planificación de Gestión Estadual, Hannover (Planungsgruppe Landespflege, Hannover) ilse.albrecht@pglandespflege.de, www.pglandespflege.de	Capítulos 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4, 5.7.4, 6.1
Hendrik Baumeister Universidad de Bielefeld, Facultad de Ciencias de la Salud, Grupo de Trabajo 7 para Medio Ambiente y Salud, Bielefeld (Universität Bielefeld, Fakultät für Gesundheitswissenschaften, AG 7 Umwelt und Gesundheit, Bielefeld) baumeister@uni-bielefeld.de, www.uni-bielefeld.de/gesundhw/ag7	Capítulo 5.3.3
Corinna Berger Ciudad de Karlsruhe, Departamento para Construcciones Elevadas y Manejo de Edificaciones, Karlsruhe (Stadt Karlsruhe, Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft, Karlsruhe) corinna.berger@hgw.karlsruhe.de, www.karlsruhe.de/hochbau	Capítulo 5.2.2
Christiane Bunge Agencia Federal del Medio Ambiente, Departamento para Asuntos Generales del Medio ambiente y la Salud, Dessau-Roßlau (Umweltbundesamt, Fachgebiet Übergreifende Angelegenheiten Umwelt und Gesundheit, Dessau-Roßlau) christiane.bunge@uba.de, www.uba.de	Capítulo 2.2
Dr. Thomas Claßen Universidad de Bielefeld, Facultad de Ciencias de la Salud, Grupo de Trabajo 7 para Medio Ambiente y Salud, Bielefeld (Universität Bielefeld, Fakultät für Gesundheitswissenschaften, AG 7 Umwelt und Gesundheit, Bielefeld) thomas.classen@uni-bielefeld.de, www.uni-bielefeld.de/gesundhw/ag7	Capítulos 2.1, 3.3, 5.1, 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 6.4
Martin Enderle Consultora Enderle, Bielefeld (Enderle-Beratung, Bielefeld) enderle-martin@t-online.de, www.enderle-beratung.de	Capítulo 6.5
Prof. Dr. Rainer Fehr Universidad de Bielefeld, Facultad de Ciencias de la Salud, Grupo de Trabajo 7 para Medio Ambiente y Salud, Bielefeld (Universität Bielefeld, Fakultät für Gesundheitswissenschaften, AG 7 Umwelt und Gesundheit, Bielefeld) rainer.fehr@uni-bielefeld.de, www.uni-bielefeld.de/gesundhw/ag7	Capítulo 2.1
Johanna Ferretti Centro de Investigaciones Ambientales, Universidad Libre de Berlin, Berlín (Forschungszentrum für Umweltpolitik, Freie Universität Berlin, Berlin) j.ferretti@fu-berlin.de, www.fu-berlin.de	Capítulo 6.6
Dr. Joachim Hartlik Consultora para Evaluaciones Ambientales y Gestión de Calidad, Lehrte (Büro für Umweltprüfungen& Qualitätsmanagement, Lehrte) j.hartlik@hartlik.de, www.hartlik.de	Capítulos 1, 3.4, 3.6, 7

* Los aportes no necesariamente reflejan la opinión del grupo de trabajo en su conjunto, sino las opiniones de cada autor.

Dirk Heller Oficina Estadual para Naturaleza, Medio Ambiente y Protección del Consumidor de Renania del Norte-Westfalia, Departamento Médico Ambiental, Toxicología, Epidemiología, Sistema de Información de Agentes Nocivos, Recklinghausen (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen NRW, Fachbereich Umweltmedizin, Toxikologie, Epidemiologie, Noxen-Informationssystem, Recklinghausen) dirk.heller@lanuv.nrw.de, www.lanuv.nrw.de	Capítulos 5.1, 5.1.3, 5.4.3, 5.6, 6.2.1, 6.2.3
Dra. Dagmar Hildebrandt Organización de Certificación Técnica Norte, Rostock (TÜV Nord, Rostock) dhildebrandt@tuev-nord.de, www.tuev-nord.de	Capítulos 5.4.3, 5.5.5, 5.5.6
Prof. Dra. Claudia Hornberg Universidad de Bielefeld, Facultad de Ciencias de la Salud, Grupo de Trabajo 7 para Medio Ambiente y Salud, Bielefeld (Universität Bielefeld, Fakultät für Gesundheitswissenschaften, AG 7 Umwelt und Gesundheit, Bielefeld) claudia.hornberg@uni-bielefeld.de, www.uni-bielefeld.de/gesundhw/ag7	Capítulos 5.5.2, 5.5.4, 6.3
Prof. Dr. Wilfried Kühling Universidad de Halle, Instituto para Geociencias y Geografía, Halle (Universität Halle, Institut für Geowissenschaften und Geographie, Halle) w.kuehling@web.de, http://www.geo.uni-halle.de/rup	Capítulos 3.1, 3.2, 5.5.2, 5.5.3
Monika Machtolf Instituto para Análisis Ambientales, Bielefeld (Institut für Umwelt-Analyse, Bielefeld) monika.machtolf@ifua.de, www.ifua.de	Capítulos 5.1, 5.4.1, 5.4.4, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.4, 6.2.5
Julia Nowacki Centro Europeo de la OMS para el Medio Ambiente y la Salud, Bonn (Europäisches WHO Zentrum für Umwelt und Gesundheit, Bonn) nowackij@ecehbonn.euro, http://www.who.int/es/	Capítulo 6.4
Dra. aranka Podhora Centro Leibniz para la Investigación Agraria, Grupo de Investigación: Evaluación de Impactos, Müncheberg (Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung/ Forschungsgruppe Impact Assessment, Müncheberg) Aranka.Podhora@zalf.de, www.zalf.de	Capítulo 6.6
Natalie Riedel Universidad de Wuppertal, Departamento de Seguridad Laboral y Ergonometría, Wuppertal (Universität Wuppertal, Fachgebiet Arbeitssicherheit/Ergonomie, Wuppertal) riedel@uni-wuppertal.de, www.asergo.uni-wuppertal.de	Capítulos 5.2.1, 5.2.2
Dra. andrea Rüdiger Universidad Técnica de Dortmund, Facultad de Planificación Territorial, Departamento de Planificación Urbana y Regional, Dortmund (TU Dortmund, Fakultät Raumplanung, Fachgebiet Stadt- und Regionalplanung, Dortmund) andrea.ruediger@tu-dortmund.de, www.raumplanung.tu-dortmund.de	Capítulos 5.3.5, 6.7
Prof. Dra. Inge Schmitz-Feuerhake Universidad de Bremen, Bremen (Universität Bremen, Bremen) ingesf@uni-bremen.de, www.uni-bremen.de	Capítulo 5.5.1
Dr. Rudolf Welteke Centro Estadual para la Salud Renania del Norte-Westfalia, Grupo Manejo de la Salud, Bielefeld (Landeszentrum Gesundheit NRW, Fachgruppe Gesundheitsmanagement, Bielefeld) Rudolf.Welteke@lzg.gc.nrw.de, www.lzg.gc.nrw.de	Capítulo 6.5
Martha Inés aldana D. LLM Profesora de la Facultad de Derecho de la Pontificia Universidad Católica del Perú Abogada de interés público en materia ambiental maldanad@gmail.com	Capítulo 4

Redacción

Dra. Ilse Albrecht

Dr. Thomas Claßen

Dr. Joachim Hartlik

Dirk Heller

Dra. Dagmar Hildebrandt

Prof. Dr. Wilfried Kühling

Monika Machtolf

LLM Martha Inés Aldana D.

Encargado del equipo de redacción y de la redacción final

Dr. Joachim Hartlik

Encargado del grupo de trabajo

Reinhard Streckmann, Stadt Düsseldorf

Revisión

Prof. Dra. Gabriele Berg-Beckhoff
Universidad Syddansk, Campus Esbjerg, Esbjerg, Dinamarca
(Syddansk Universitet, Campus Esbjerg, Esbjerg, Dänemark)

Prof. Dr. Thomas Bunge
Profesor honorario de la Universidad Técnica de Berlín, Berlín
(Honorarprofesor an der TU Berlin, Berlin)

Dra. Isabelle Franzen-Reuter
Colegio de Ingenieros de Alemania, Düsseldorf
(Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf)

Heinz-Jürgen Karsch
Consultor, Recklinghausen
(Berater, Recklinghausen)

Dra. Heike Köckler
Universidad Técnica de Dortmund, Dortmund
(TU Dortmund, Dortmund)

Jörg Leisner
Oficina Estadual para Naturaleza, Medio Ambiente y Protección del Consumidor de Renania del Norte-Westfalia, Departamento Médico Ambiental, Toxicología, Epidemiología, Sistema de Información de Agentes Nocivos, Recklinghausen
(Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Fachbereich Umweltmedizin, Toxikologie, Epidemiologie, Noxen-Informationssystem, Recklinghausen)

Dra. Odile Mekel
Centro Estadual de Salud Renania del Norte-Westfalia, Bielefeld
(Landeszentrum Gesundheit Nordrhein-Westfalen, Bielefeld)

Dra. Aranka Podhora
Centro Leibniz para la Investigación Agraria, Grupo de Investigación: Evaluación de Impactos, Müncheberg
(Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung/Forschungsgruppe Impact Assessment, Müncheberg)

Índice

Ilustraciones 11
Tablas 12
Acrónimos y siglas 14
Unidades de medida 20

Prólogo 21
Prefacio 23

1 Motivo, objetivo y grupo meta 25

2 Salud e igualdad de oportunidades con respecto a la salud 31
2.1 Salud 31
2.2 Igualdad de oportunidades con respecto a la salud 33

3 Requisitos para la protección de la salud humana y la "prevención ambiental eficiente" 39
3.1 El concepto de prevención 39
3.2 Prevención como objetivo legal 42
3.2.1 En el ámbito internacional 42
3.2.2 En la República Federal de Alemania 43
3.3 Mejoramiento de la situación ambiental 46
3.4 Relación entre las normas de planificación y las normas ambientales. 47
3.5 Resumen y conclusiones 48

4 Marco legal y de políticas en materia de salud ambiental en el Perú 51
4.1. Marco de políticas en materia de Salud Ambiental 51
4.2 Salud Ambiental en la legislación general 55
4.2.1 En la Constitución Política 55
4.2.2 En la Ley General de Salud 56
4.2.3 En la Ley General del Ambiente 56
4.2.4 En la normativa sobre descentralización 59
4.3 Regulación de determinantes de la salud 62
4.3.1 Calidad del agua 62
4.3.2 Calidad del aire, ruidos y vibraciones 65
4.3.3 Residuos sólidos 68

4.3.4 Contaminación del suelo 70
4.3.5 Sustancias químicas 72
4.3.6 Radiaciones 75
4.4 La salud ambiental en el ámbito de la Evaluación de Impacto Ambiental 78
4.4.1 En la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su reglamento 78
4.4.2 En la legislación ambiental sectorial 81
4.4.2.1 En sectores productivos 81
4.4.2.2 En sectores de infraestructura y servicios 87

5 Factores determinantes de la salud 89
5.1 Visión general 89
5.2 Determinantes del entorno social 96
5.2.1 La relevancia del entorno habitacional para la salud 96
5.2.2 Indicadores para la investigación y la evaluación de los determinantes del espacio social 98
5.3 Determinantes del entorno natural 101
5.3.1 Introducción 101
5.3.2 Naturaleza y paisaje 101
5.3.3 Valor recreativo de la naturaleza y del paisaje 104
5.3.4 Contaminación visual de paisajes y bienestar 106
5.3.5 Condiciones microclimáticas 108
5.4 Determinantes químicos 110
5.4.1 Suelo 110
5.4.1.1 Factores de influencia y su efecto 110
5.4.1.2 Impactos sobre la salud 111
5.4.1.3 Indicadores, fuentes de datos, técnicas de pronóstico 113
5.4.1.4 Escalas de evaluación 117
5.4.1.5 Otras indicaciones 124
5.4.3 Aire 126
5.4.3.1 Factores de influencia y su efecto 126
5.4.3.2 Impactos sobre la salud 126
5.4.3.3 Indicadores para la descripción, fuentes de datos, técnicas de pronóstico 127
5.4.3.4 Escalas para la evaluación 128
5.4.3.5 Olores 142
5.4.3.5.1 Descripción y determinación de los impactos relevantes para la salud 143
5.4.3.5.2 Evaluación de los impactos 143
5.4.4 Plantas / alimentación 146
5.5 Determinantes físicos 147
5.5.1 Radiación ionizante 147
5.5.1.1 Introducción 147
5.5.1.2 Criterios de evaluación y parámetros derivados para el bien a proteger salud humana de acuerdo con la Comisión Internacional de Protección Radiológica 149

5.5.1.3 Estado incompleto de los impactos considerados en el contexto del código de protección radiológica vigente a la fecha . 152
5.5.1.3.1 Riesgo somático de radiación 152
5.5.1.3.2 Riesgo genético de radiación 154
5.5.1.3.3 Riesgo por radiación durante una exposición en el útero 154
5.5.1.4 Deficiencias y contradicciones en el procedimiento legal obligatorio para la determinación de la dosis en el caso de contaminaciones en el entorno..... 155
5.5.1.5 Criterios de evaluación y parámetros para una protección moderna contra la radiación..... 159
5.5.1.5.1 La inconveniencia de la "dosis efectiva" como parámetro del daño... 159
5.5.1.5.2 Protección de la población 160
5.5.1.6 Conclusiones 162
5.5.2 Radiación no ionizante..... 162
5.5.2.1 Introducción 162
5.5.2.2 Factores de influencia y mecanismos de acción..... 167
5.5.2.2.1 Bases y observaciones preliminares 167
5.5.2.2.2 Impactos sobre la salud de campos magnéticos alternantes de baja frecuencia..... 170
5.5.2.2.3 Impactos sobre la salud de campos magnéticos constantes 172
5.5.2.2.4 Impactos sobre la salud de campos de alta frecuencia 173
5.5.2.3 Indicadores para la descripción de los campos electromagnéticos, fuentes de datos, técnicas de pronóstico..... 175
5.5.2.4 Parámetros de evaluación para campos magnéticos alternantes de baja frecuencia 177
5.5.2.5 Parámetros de evaluación para campos de alta frecuencia..... 180
5.5.3 Inmisiones acústicas 181
5.5.3.1 Factores de influencia y mecanismos de acción..... 181
5.5.3.2 Indicadores para la descripción, fuentes de datos, técnicas de pronóstico de nivel de presión sonora como indicador para diferentes lugares y horarios de evaluación..... 182
5.5.3.3 Parámetros de evaluación 186
5.5.3.4 Otras indicaciones 187
5.5.4 Infrasonido y sonidos de baja frecuencia..... 188
5.5.4.1 Descripción e investigación de impactos relevantes para la salud..... 188
5.5.4.2 Evaluación de los impactos 194
5.5.5 Sacudidas..... 198
5.5.5.1 Descripción e investigación de impactos relevantes para la salud..... 198
5.5.5.2 Evaluación de los impactos 199
5.5.6 Luz 201
5.5.6.1 Descripción e investigación de impactos relevantes para la salud..... 201
5.5.6.2 Evaluación de los impactos 202
5.6 Determinantes biológicos..... 204
5.6.1 Factores de influencia y mecanismos de acción..... 204
5.6.2 Impactos para la salud 205

5.6.3 Indicadores para la descripción, fuentes de datos, técnicas de pronóstico 207
5.6.4 Parámetros de evaluación ... 208
5.6.5 Otras indicaciones ... 209
5.6.5.1 Necesidad de un control de la salud ambiental ... 209
5.6.5.2 Modo de proceder durante un control de salud ambiental ... 210
5.6.5.3 Determinación de la carga de inmisiones ... 210
5.7 Exposiciones múltiples ... 211
5.7.1 Descripción de los problemas y clasificación ... 211
5.7.1.1 Situación actual de la discusión ... 211
5.7.1.2 Dificultades para la evaluación de exposiciones múltiples ... 212
5.7.2 Impactos combinados de agentes nocivos para el medio ambiente . 213
5.7.2.1 Efectos combinados de agentes nocivos ... 213
5.7.2.2 Métodos para la estimación de la toxicidad de mezclas ... 214
5.7.2.3 Efectos combinados del ruido ... 215
5.7.2.4 Efectos combinados de campos electromagnéticos ... 215
5.7.3 Agregación y comparación de diferentes agentes nocivos para el medio ambiente como conjunto de impactos ... 215
5.7.3.1 Índices de carga ... 216
5.7.3.2 Escalas de valores ... 216
5.7.3.3 Cuantificación de contaminantes del aire con potencial cancerígeno ... 216
5.7.3.4 Definición de normas aplicando riesgos colectivos de mortalidad ... 217
5.7.4 Posibilidades para el manejo de exposiciones múltiples ... 217

6 Instrumentos para la evaluación de impactos para la protección de la salud humana ... 219
6.1 Evaluación de impacto ambiental ... 219
6.2 Estimación cuantitativa del riesgo ... 221
6.2.1 Introducción ... 221
6.2.2 Requisitos para la identificación del potencial de riesgo ... 223
6.2.3 Requisitos para el cálculo del impacto de las dosis ... 224
6.2.4 Requisitos para el cálculo de la exposición ... 226
6.2.5 Requisitos para la caracterización de riesgos ... 229
6.3 Biomonitoreo humano ... 230
6.3.1 Bases para el biomonitoreo humano ... 230
6.3.2 Comisión de Biomonitoreo Humano de la Agencia Federal del Medio Ambiente ... 232
6.4 Evaluación del impacto sobre la salud ... 232
6.5 Plan técnico: salud ... 236
6.6 Evaluación de impactos y evaluación de la sostenibilidad ... 239
6.7 Análisis climático y cálculos de la vulnerabilidad ... 242

7 Perspectivas ... 245

Glosario ... 249
Bibliografía ... 255

Ilustraciones

Ilustración 1. Niveles de la planificación en base al ejemplo de la planificación de la red vial 29
Ilustración 2. Sistema de planificación en Alemania 30
Ilustración 3. Descripción de la correlación entre situación social, medio ambiente y salud 35
Ilustración 4. Áreas de la política ambiental y la planificación ambiental 40
Ilustración 5. Estructura y objetivos de estándares para la protección y la prevención 41
Ilustración 6. Compromiso y fondo de prevención en las escalas de valores 50
Ilustración 7. Modelo de los determinantes importantes para la salud 90
Ilustración 8. Modelo ecológico humano de los determinantes para la salud 91
Ilustración 9. Diversas fases de una intoxicación 95
Ilustración 10. Modelo del Colegio de Ingenieros de Alemania para el concepto "efectos adversos" 166
Ilustración 11. Principio de radiación en el entorno de una antena de telecomunicación móvil 176
Ilustración 12. Evaluación de niveles de sonido mediante promedios 183
Ilustración 13. Estandarización de los riesgos de mortalidad colectiva en las cercanías de tráfico vial o de áreas metropolitanas 217
Ilustración 14. Modelo de análisis del riesgo de la Academia de Ciencias de Estados Unidos de América 221
Ilustración 15. Visión general del proceso de regulación de riesgos 223
Ilustración 16. Esquema del procedimiento para los cálculos de exposición a sustancias nocivas provenientes de sectores del medio ambiente 228
Ilustración 17. Vínculo del proceso de evaluación del impacto a la salud (HIA) y el ciclo de formulación de políticas 235
Ilustración 18. Diagrama para la formulación de un plan técnico de salud .. 237

Tablas

Tabla 1. Alemania: fuentes para los parámetros de evaluación 49
Tabla 2. Alemania: distancia de las unidades de energía eólica de zonas residenciales y de prioridad para naturaleza y paisaje de acuerdo con las recomendaciones de distancias del ordenamiento territorial, por estado federado 107
Tabla 3. Alemania: efectos característicos del clima urbano 109
Tabla 4. Alemania: valores de control* según la Ley Federal para la Protección del Suelo respecto del ingreso de sustancias nocivas dependiendo de su utilización 119
Tabla 5. Alemania: valores de prevención* según el Reglamento Federal de Protección del Suelo y Sitios Contaminados** 120
Tabla 6. Alemania: valores de previsión* según el Reglamento Federal de Protección del Suelo y Sitios Contaminados** 120
Tabla 7. Alemania: cargas anuales* adicionales permitidas de sustancias nocivas a través de todos los canales de impacto según el Reglamento Federal de Protección del Suelo y Sitios Contaminados 121
Tabla 8. Ciudad de Osnabrück: valores generales* del suelo para la planificación urbanística de viviendas 124
Tabla 9. Valores de control e intervención* según la Ley Federal para la Protección del Suelo respecto de la absorción de las materias nocivas del suelo por las plantas en superficies de cultivo y en pequeños huertos, para evaluar la calidad de las plantas 125
Tabla 10. Alemania: valores límite y valores meta de inmisiones para la protección de la salud humana según el Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones (versión 39) 129
Tabla 11. Alemania: valores de inmisión de materias en la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire en relación con la protección de la salud humana 131
Tabla 12. Alemania: concentración máxima de inmisiones según el Colegio de Ingenieros de Alemania 132
Tabla 13. WHO/OMS: Guías de Calidad del Aire 133

Tabla 14. Alemania: valores meta y referenciales del Grupo de Trabajo Federal y de Estados Federados para la Protección contra Inmisiones 135
Tabla 15. Alemania: visión general de las escalas de evaluación y nivel de protección 138
Tabla 16. Alemania: umbral de significancia (valores de inmisión) de la contaminación olfativa en diferentes áreas de uso..... 146
Tabla 17. Comisión Internacional de Protección Radiológica: exposición por causa de fuentes de radiación naturales o artificiales..... 150
Tabla 18. Comisión Internacional de Protección Radiológica: daños a la salud por causa de exposiciones a dosis reducidas crónicas de una población 151
Tabla 19. Países de Europa: aumento del porcentaje de leucemia y cáncer en niños en los alrededores de instalaciones de tecnología nuclear 155
Tabla 20. Países de Europa: riesgo relativo de leucemia en las cercanías de instalaciones nucleares para niños de hasta 5 años de edad ... 157
Tabla 21. Alemania y Suiza: estándares seleccionados y distancias resultantes para la protección ante campos magnéticos de suministro y uso de energía eléctrica 178
Tabla 22. WHO/OMS: impactos producidos por el ruido nocturno..... 188
Tabla 23. Sonidos de baja frecuencia: frecuencia y longitud de onda 190
Tabla 24. Alemania: normas DIN para vibraciones 199
Tabla 25. Alemania: valores de inmisión para la evaluación de inmisiones por vibraciones en viviendas y espacios de uso similar según la norma DIN para vibraciones..... 200
Tabla 26. Alemania: factores de proporcionalidad k para la determinación de la luminancia máxima media permitida durante las horas de oscuridad 203
Tabla 27. Alemania: valores (límite) de inmisión para la luminosidad vertical Ev en (lx) durante las horas de oscuridad..... 204
Tabla 28. Unión Europea: temas relevantes de la evaluación de impacto para la salud 240
Tabla 29. Alemania: normas de gestión relevantes para la salud, objetivos e indicadores de la estrategia de sostenibilidad del Gobierno Federal e indicadores de salud 242

Acrónimos y siglas

ABREVIACIÓN	ESPAÑOL	ALEMÁN/INGLÉS
AABEL	Enfermedades respiratorias y alergias en niños de nivel inicial en una zona rural	Atemwegserkrankungen und Allergien bei Einschulungskindern in einer ländlichen Region
ADB	Banco Asiático de Desarrollo	Asian Development Bank
AGLMB	Conferencia de Ministros Federal y Estaduales de Salud (Alemania)	Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinal-Beamtinnen, -Beamten der Länder
AGS	Comisión de Sustancias Peligrosas (Alemania)	Ausschuss für Gefahrstoffe
AGW	Valores límites en el entorno laboral	Arbeitsplatzgrenzwerte
ALL	Leucemia linfática aguda	Akute Lymphatische Leukämie
ARGEBAU	Grupo de Trabajo para Urbanismo, Construcción y Asuntos Habitacionales (Alemania)	Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen
ATSDR	Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (Departamento de Salud y Servicios Humanos de EUA)	Agency for Toxic Substances and Disease Registry (U. S. Department of Health and Human Service)
BAFU	Oficina Federal del Ambiente (Suiza)	Bundesamt für Umwelt
BAT	Mejores técnica disponible	Best Available Technique
BAuA	Instituto Federal de Seguridad y Salud Ocupacional (Alemania)	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BauGB	Ley de Edificaciones (Alemania)	Baugesetzbuch
BauNVO	Reglamento sobre Uso de la Tierra (Alemania)	Baunutzungsverordnung
BBK	Mapa de suelos contaminados	Bodenbelastungskarten
BBodSchG	Ley Federal para la Protección del Suelo (Alemania)	Bundes-Bodenschutzgesetz
BBodSchV	Reglamento Federal para la Protección del Suelo y Sitios Contaminados (Alemania)	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BBSR	Instituto Federal para Urbanismo, Construcción y Territorialidad (Alemania)	Das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BGBl	Boletín Federal Oficial	Bundesgesetzblatt
BfR	Instituto Federal para la Evaluación de Riesgos (Alemania)	Bundesinstitut für Risikobewertung
BfS	Oficina Federal de Protección Radiológica (Alemania)	Bundesamt für Strahlenschutz

ABREVIACIÓN	ESPAÑOL	ALEMÁN/INGLÉS
BImSchG	Ley Federal para la Protección contra Inmisiones (Alemania)	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones (Alemania)	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BMD	Dosis de referencia	Benchmark Dosis
BMELV	Ministerio Federal de Alimentación, Agricultura y Protección del Consumidor (Alemania)	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMG	Ministerio Federal de Salud (Alemania)	Bundesministerium für Gesundheit
BMUB	Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear (Alemania)	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMVBS	Ministerio Federal de Transporte, Construcción y Desarrollo Urbano (Alemania)	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BNetzA	Agencia Federal de la Red de Electricidad, Gas, Telecomunicaciones, Correos y Ferrocarriles (Alemania)	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
BUND	Asociación Alemana para la Protección del Medio Ambiente y la Naturaleza	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
BUWAL	Agencia Federal para el Medio Ambiente, Bosques y Paisajes (Suiza)	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Schweiz
BVerwG	Tribunal Federal Administrativo (Alemania)	Bundesverwaltungsericht
BVL	Oficina Federal de Seguridad Alimentaria y Protección del Consumidor (Alemania)	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
BVT	Mejor tecnología disponible	Best verfügbare Technik
BWE	Asociación Alemana de Energía Eólica	Bundesverband WindEnergie e. V.
CEM	Campos electromagnéticos	Elektromagnetische Felder
COMARE	Comité de Médicos para los Efectos de la Radiación en el Medio Ambiente (Reino Unido)	Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment
CRA	Análisis comparativo de riesgos	Comparative Risk Assessment
DALY	Años de vida ajustados por discapacidad	Disability-Adjusted Life Years
Destatis	Oficina Federal de Estadística (Alemania)	Statistische Bundesamt
DFG	Fundación Alemana para la Investigación	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DIFU	Instituto Alemán de Urbanismo	Deutsches Institut für Urbanistik
DIN	Instituto Alemán de Normalización	Deutsches Institut für Normung
DWD	Servicio Meteorológico Alemán	Deutscher Wetterdienst
ECHA	Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas	European Chemicals Agency
ECRR	Comité Europeo sobre los Riesgos de la Radiación	European Committee on Radiation Risk
EFSA	Agencia Europea de Seguridad Alimentaria	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
EMF	Campos electromagnéticos	Elektromagnetische Felder
EHFRAN	Red Europea para la Evaluación de Riesgos por Exposición a Campos Electromagnéticos	European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure

ABREVIACIÓN	ESPAÑOL	ALEMÁN/INGLÉS
ELA	Esclerosis lateral amiotrófica	Amyotrophische Lateralsklerose
EMRK	Convenio Europeo de Derechos Humanos	Europäischen Menschenrechtskonvention
EN	Norma europea	European Standard
EnLAG	Ley para la Ampliación de la Red Eléctrica (Alemania)	Energieleitungsausbaugesetz
EPA	Agencia de Protección Ambiental (EUA)	US Environmental Protection Agency
EU	Unidades de endotoxinas	Endotoxin Units
EUA	Estados Unidos de América	United States of America
EuGH	Tribunal de Justicia de la Unión Europea	Europäischer Gerichtshof
EUSES	Sistema de la UE para la Evaluación de Sustancias	European Union System for the Evaluation of Substances
FIS StoBo	Sistema de Información Especializada sobre Contaminación de Suelos por Sustancias (Alemania)	Fachinformationssystem Stoffliche Bodenbelastung
FNS	Fundación Nacional Suiza para la Ciencia	Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung
GE	Unidad olfativa	Geruchseinheit
GIRL	Directiva sobre Inmisiones Olfativas (Alemania)	Geruchsimmissions-Richtlinie
GIS	Sistema de Información Geográfica	Geografisches Informationssystem
GIZ	Cooperación alemana al desarrollo	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
GKSS	Sociedad para la utilización de Energía Nuclear en la Construcción Naval y Transporte Marítimo (Alemania)	Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schiffahrt mbH
HBM	Biomonitoreo humano	Human-Biomonitoring
HCH	Hexaclorociclohexano	Hexachlorocyclohexane
HIA	Evaluación del impacto sobre la salud	Health Impact Assessment
HMUEJFG	Ministerio de Ambiente, Energía, Juventud, Familia y Salud (Alemania)	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit
IARC	Agencia Internacional para la Investigación de Cáncer	International Agency for Research on Cancer
ICD	Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
ICMM	Consejo Internacional de Minerales y Metales	International Council on Minerals and Metals
ICNIRP	Comisión Internacional para la Protección contra Radiación No Ionizante	International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
ICRP	Comisión Internacional para la Protección Radiológica	International Commission on Radiological Protection
IED	Directiva para las Emisiones Industriales	Industrie-Emissions-Richtlinie
IFC	Corporación Financiera Internacional	International Finance Cooperation
IFUA	Instituto de Análisis Ambiental (Alemania)	Institut für Umwelt-Analyse

ABREVIACIÓN	ESPAÑOL	ALEMÁN/INGLÉS
IndEmissRLUG	Ley sobre aplicación de la Directiva sobre Protección contra las Emisiones Industriales (Alemania)	Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie über Industrieemissionen
IPIECA	Asociación Internacional de la Industria del Petróleo para la Protección Ambiental	International Petroleum Industry Environmental Conservation Association
IPPNW	Sección Alemana de la Asociación Internacional de Médicos para la Prevención de la Guerra Nuclear	Internationale Ärzte für die Verhütung des Atomkrieges/Ärzte in sozialer Verantwortung e. V., Deutsche Sektion
IRIS	Sistema Integrado de Información de Riesgos (EUA)	Integrated Risk Information Service
ISO	Organización Internacional de Normalización	International Organization for Standardization
ITVA	Asociación de Ingenieros para la Gestión y Recuperación de Sitios Contaminados (Alemania)	Ingenieurtechnischer Verband für Altlastenmanagement und Flächenrecycling e. V.
KBE	Unidades formadoras de colonias	Koloniebildende Einheiten
KRdL	Comisión para la Prevención de la Contaminación del Aire (Alemania)	Kommission Reinhaltung der Luft
LABO	Grupo de Trabajo Federal y de Estados Federados para la Protección del Suelo (Alemania)	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LAI	Grupo de Trabajo Federal y de Estados Federados para la Protección contra Inmisiones (Alemania)	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
LANUV NRW	Agencia Estadual para Naturaleza, Medio Ambiente y Protección del Consumidor de Renania del Norte-Westfalia (Alemania)	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LAWA	Grupo de Trabajo Federal y de Estados Federados para el Agua (Alemania)	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LFGB	Código de Leyes de Alimentos Humanos, Equipos Utilitarios y Alimentos Animales (Alemania)	Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände und Futtermittelgesetzbuch
LfU BY	Agencia Estadual para el Medio Ambiente de Baviera (Alemania)	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LIGA NRW	Instituto Estadual de Salud y Trabajo de Renania del Norte-Westfalia (Alemania)	Landesinstitut für Gesundheit und Arbeit Nordrhein-Westfalen
LMP	Límites máximos permisibles	Maximal zulässige Grenzwerte
LOAEC	Mínima concentración observada de efectos adversos	Lowest Observed Adverse Effect Concentration
LOAEL	Nivel mínimo de efecto tóxico observable	Lowest observed adverse effect level
LÖGD NRW	Ley Estadual de Servicios de Salud Pública de Renania del Norte-Westfalia (Alemania)	Landesgesetz über den öffentlichen Gesundheitsdienst Nordrhein-Westfalen
LPS	Estructura de lipopolisacárido	Lipopolysaccharid-Gerüst
LROP NRW	Programa Estadual para el Ordenamiento Territorial de Renania del Norte-Westfalia (Alemania)	Landesraumordnungsprogramm Nordrhein-Westfalen

ABREVIACIÓN	ESPAÑOL	ALEMÁN/INGLÉS
LUA NRW	Oficina Estadual del Medio Ambiente de Renania del Norte-Westfalia (Alemania)	Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
LUBW	Agencia Estadual para el Medio Ambiente, Mediciones y Protección de la Naturaleza de Baden-Wurtemberg (Alemania)	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
LZG NRW	Centro Estadual de Salud de Renania del Norte-Westfalia (Alemania)	Landeszentrum Gesundheit NRW
MA	Evaluación de los Ecosistemas del Milenio	Millenium Ecosystem Assessment
MAK	Concentración máxima en el entorno laboral	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
MIK	Concentración máxima de inmisiones	Maximale Immissions-Konzentration
MMIS	Síndrome de irritación de membranas mucosas	Mucous membrane irritation syndrome
MULNV NRW	Ministerio Estadual de Medio Ambiente, Agricultura, Protección de la Naturaleza y Protección del Consumidor de Renania del Norte-Westfalia (Alemania)	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
MVOC	Compuestos orgánicos volátiles microbianos	Microbial volatile organic compounds
NABEG	Ley para la Aceleración de la Ampliación de Redes de Transmisión Eléctrica (Alemania)	Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz
NAEC	Concentración sin efecto adverso	No adverse effect concentration
NF-EMF	Campos Electromagnéticos de Baja Frecuencia	Niederfrequente elektromagnetische Felder
NiLS	Estudio pulmonar en Baja Sajonia (Alemania)	Niedersächsische Lungenstudie
NISV	Normativa de Protección contra Radiación No Ionizante (Suiza)	Verordnung über den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung(
NOAEC	Concentración sin efecto adverso observado	No observed adverse effect concentration
NOAEL	Nivel sin efecto adverso observado	No observed adverse effect level
NRC	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (EUA)	National Research Council
NRW	Renania del Norte-Westfalia (Alemania)	Nordrhein-Westfalen
ÖÄK	Colegio Médico de Austria	Österreichische Ärztekammer
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos	Organisation for Economic Co-operation and Development
ÖGDG NRW	Servicio de Salud Pública de Renania del Norte-Westfalia (Alemania)	Öffentlichen Gesundheitsdienst Nordrhein-Westfalen
PAK	Hidrocarburos aromáticos policíclicos	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Policlorobifenilos	Polychlorierte Biphenyle
PCDD	Dioxinas	Dioxins
PPPP	Planificación para políticas, programas o proyectos	Politikmaßnahme, Planungsverfahren, Programm oder Projekt
ProAmbiente	Programa Contribución a las Metas Ambientales del Perú (GIZ)	
RERF	Fundación para la Investigación de los Efectos de la Radiación	Radiation Effects Research Foundation

ABREVIACIÓN	ESPAÑOL	ALEMÁN/INGLÉS
RfC	Concentración de referencia	Reference Concentration
RfD	Dosis de referencia	Reference Dose
RKI	Instituto Robert Koch (Alemania)	Robert Koch-Institut
ROG	Ley de Ordenamiento Territorial (Alemania)	Raumordnungsgesetz
SCENIR	Comité Científico de los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (Unión Europea)	Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks
SGB	Código de Seguridad Social (Alemania)	Sozialgesetzbuch
SRU	Consejo de Especialistas en Medio Ambiente (Alemania)	Sachverständigenrat für Umweltfragen
SSK	Comisión para la Protección contra Radiación (Alemania)	Strahlenschutzkommission
StrlSchV	Reglamento para la Protección contra Radiación (Alemania)	Strahlenschutzverordnung
TaLuft	Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (Alemania)	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TRGS	Normativa Técnica para Sustancias Peligrosas (Alemania)	Technische Regeln für Gefahrstoffe
TÜV	Organización de certificación técnica (Alemania)	Technischer Überwachungs-Verein
UBA	Instituto Federal del Medio Ambiente (Alemania)	Umweltbundesamt
UE	Unión Europea	Europäischen Union / European Union
uGB	Autoridad Subordinada de Salud (Alemania)	Untere Gesundheitsbehörde
ÜMS	Medio ambiente-hombre-emisión	Umwelt-Mensch-Schadstoff
UmwRG	Ley Federal de Asistencia Legal para Asuntos Ambientales (Alemania)	Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz
UNCED	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo	United Nations Conference on Environment and Development
UNO	Organización de las Naciones Unidas	United Nations Organization
UNSCEAR	Comité Científico de Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de la Radiación Atómica	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
UVP	Evaluación de Impacto Ambiental (Alemania)	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVS	Estudio de Impacto Ambiental (Alemania)	Umweltverträglichkeitsstudie
UVPG	Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (Alemania)	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPVwV	Decreto Administrativo General para la Ejecución de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (Alemania)	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung
UVP-Gesellschaft e.V.	Asociación de Evaluación de Impacto Ambiental (Alemania)	Umweltverträglichkeitsprüfung-Gesellschaft e. V
VDI	Colegio de Ingenieros de Alemania	Verein Deutscher Ingenieure
VSD	Dosis virtualmente segura	Virtuell sichere Dosis

ABREVIACIÓN	ESPAÑOL	ALEMÁN/INGLÉS
VwVfG	Ley Federal de Procedimientos Administrativos (Alemania)	Verwaltungsverfahrensgesetz
WHG	Ley de Gestión de Recursos Hídricos (Alemania)	Wasserhaushaltsgesetz
WHO/OMS	Organización Mundial de la Salud	World Health Organization

Unidades de medida

Símbolo	Unidad
Bq	Becquerel
°C	Grados centígrados
Cd	Candela
db	Decibel
db(A)	Decibel ponderado
g	Gramo
Gy	Gray
ha	Hectárea
Hz	Hercio
J	Joule
kg	Kilogramo
kVp	Kilovoltio pico
lx	Lux
m	Metro
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
MeV	Voltios de megaelectrones
Mwh	Megavatio/hora
sr	Estereorradián
Sv	Sievert
T	Tesla
V	Voltio
W	Vatio

Prólogo

La evaluación ambiental (EA) de los proyectos de inversión es una poderosa herramienta que contribuye con el desarrollo sostenible local, en tanto permite anticipar medidas para evitar o minimizar impactos indeseados al medio ambiente y la salud humana. Asimismo permite facilitar la participación ciudadana en los procesos de desarrollo local, generar espacios de diálogo y respeto de los derechos de las comunidades y de esta manera anticipar conflictos sociales.

Dentro de los objetivos fundamentales de la EA se debe subrayar la protección de la salud de las personas. La relación entre salud pública, condiciones sociales y calidad ambiental ha sido ampliamente estudiada en diversos foros científicos, siendo la experiencia alemana una de las más destacadas a escala mundial. Esta experiencia se plasma en la presente publicación, la cual presenta conceptos, métodos, referencias normativas e institucionales y ejemplos prácticos para analizar el componente de salud en una EA.

Dada la gran diversidad de realidades sociales, económicas y ambientales del Perú, resulta imprescindible generar conocimiento e información específica sobre la compleja relación entre los potenciales impactos de un proyecto y los riesgos de la salud, en cada contexto específico local.

Esta publicación pretende contribuir al menú de opciones técnicas que los especialistas en salud y ambiente tienen para analizar el componente de salud en la EA y, en particular aportar a desarrollar una casuística nacional sobre esta importante materia.

Me permito agradecer a la Asociación Alemana de Evaluación de Impacto Ambiental y al Gobierno alemán por su valiosa cooperación al hacer posible esta publicación *Lineamientos del componente de salud humana en la evaluación ambiental,* que seguramente contribuirá al debate técnico y científico sobre el tema entre los especialistas y funcionarios peruanos del Sector Salud y el Sector Ambiente.

MARCOS ALEGRE
Viceministro de Gestión Ambiental
Ministerio del Ambiente

Prefacio

En Alemania, el ser humano forma parte integral de los bienes a proteger que se consideran en la evaluación ambiental. Con la actualización de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (UVPG) del año 2005, se incorporó en forma explícita la salud humana como componente de las evaluaciones de impacto ambiental. Las leyes federales para sectores específicos establecen disposiciones similares; por ejemplo, la Ley de Edificaciones (BauGB), que plantea condiciones generales para un entorno saludable en las viviendas y en los centros de trabajo, o la Ley para la Protección contra Inmisiones (BImSchG), de larga tradición, cuyas exigencias establecen el principio de la protección del público en general y de los vecinos frente a perjuicios y peligros para la salud. Son muchos más los ejemplos que se podrían mencionar. Además, a nivel municipal, estadual y federal se ofrece orientación y asesoría profesional y programática acerca del tema el medio ambiente y la salud, por ejemplo, en forma de conceptos dirigidos a metas cualitativas en el campo de la salud, en programas profesionales o en planes maestros.

A pesar del gran número de normas y de la importancia del tema en la agenda política, la consideración real de este tan importante bien a proteger ocupa con frecuencia un lugar insuficiente desde el punto de vista técnico en el marco de los procesos de planificación y autorización de proyectos, limitándose a menudo a la consideración de meros indicadores secundarios. Las razones para este hecho son diversas, algunas de ellas de naturaleza estructural, y no es posible describirlas de manera exhaustiva en este documento. Sin embargo, los presentes lineamientos aspiran a solucionar al menos una de las causas del problema: el déficit de conocimientos y la falta de cooperación interdisciplinaria.

Desde nuestro punto de vista, es la primera vez en Alemania que se reúnen expertos de especialidades tan diversas como la medicina, las ciencias de la salud, la toxicología ambiental, la sociología, la geografía médica, la ingeniería y las ciencias de planificación para brindar una visión panorámica de las interrelaciones entre medio ambiente y salud. Para ello se consideraron —por un lado— los determinantes de la salud y los factores que influyen a la salud y —por el otro— los posibles sistemas de interacción e interrelaciones de los efectos. Sobre la base de los requisitos de las disposiciones legales sectoriales, esta visión panorámica ofrece una descripción extensa y con una clara estructura.

La descripción la complementan los factores ambientales determinantes de la salud, factores de impacto y efectos relacionados, conocidos y presuntos, interpretándose los datos y los conocimientos de manera orientada a la prevención y a los valores a considerar en las escalas de evaluación. No se pretende crear nuevos valores límite dejando de lado a los órganos correspondientes. Sin embargo, los aspectos de prevención y previsión para la protección de la salud frente a peligros conocidos y presuntos exigen que se aplique una perspectiva ampliada, más allá de lo requerido para la autorización por las disposiciones legales y sectoriales, que normalmente se restringen a respetar determinados valores límite. Esta perspectiva orientada a la previsión debe considerar específicamente las sensibilidades especiales de grupos vulnerables frente a efectos nocivos para la salud. En los procesos de planificación y de autorización no obligatorios hay posibilidades para tomar en cuenta estos aspectos de previsión que superan los simples valores límite. Conocer dichas interrelaciones de efectos y los supuestos de efectos fundados de su existencia, con la respectiva consideración en las normas preventivas en el marco de procesos y procedimientos, constituye también un aporte a la justicia ambiental.

Un prefacio quedaría incompleto sin los agradecimientos. Esta publicación no hubiese sido viable sin el aporte de universidades, oficinas federales, estaduales y municipales, así como de empresas privadas y de agencias de planificación en Alemania, además de la dedicación personal de los involucrados. Esperamos no haber afectado demasiado con este trabajo la salud y el bienestar de quienes participaron. Tenemos una deuda de gratitud en especial con los autores y el grupo de redacción, quienes recopilaron los diferentes aportes para luego revisarlos e incorporarlos en la obra completa, y también con los revisores por la forma constructiva y dedicada en la cual realizaron las correcciones y agregaron los complementos necesarios.

Finalmente, expresamos nuestro reconocimiento y agradecemos a la Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en el Perú, por apoyar la traducción del texto al español; a Holger Treidel, funcionario de esa entidad, por la coordinación y a Klaus Amrehn por la traducción profesional.

En nombre del equipo de redacción,

JOACHIM HARTLIK
Presidente de la UVP-Gesellschaft e. V.
(Asociación Alemana de Evaluación del Impacto Ambiental)

Motivo, objetivo y grupo meta

Joachim Hartlik

Desde 1990, con la introducción de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en Alemania, la salud humana se considera como un bien a proteger que debe ser tomado en cuenta al realizar una evaluación de impactos. En 2005, con la actualización de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (UVPG, por sus siglas en Alemán), se incluyó literalmente la salud humana en el artículo 2, inciso 1. Lamentablemente, y a pesar de contar con más de dos décadas de experiencia en el uso del mencionado instrumento, es muy poco frecuente observar una consideración satisfactoria y orientada a la prevención con respecto de este bien a proteger. Hay múltiples razones para este hecho que no se pueden tratar de manera exhaustiva en este documento.

Una de ellas se refiere a cómo se evalúan los posibles efectos sobre los bienes a proteger en los EIA. En estos documentos, las disposiciones legales ambientales pertinentes adoptan por lo general un enfoque antropocéntrico. De esta manera, los demás bienes a proteger investigados (suelo, agua, aire, clima, paisaje, bienes culturales y materiales) integran a su vez aspectos de salud y, por lo tanto, las consecuencias para el ser humano o para la salud humana como bienes a proteger no se analizan debidamente. Como resultado, el análisis dirigido al bien a proteger salud humana se ve reducido a indicadores secundarios; por ejemplo, la pérdida de áreas habitables o recreativas, o su afectación por sonidos o inmisiones contaminantes del aire.

Otra razón es que las instituciones competentes en el tema de la salud humana no están suficientemente involucradas en los procesos correspondientes; por ejemplo, las autoridades locales de salud, quienes podrían contribuir de manera más eficiente a la incorporación de ese tema en las EIA. Además, esas autoridades deberían contar con un mayor grado de preparación y apoyo para poder cumplir plenamente con esta tarea.

Es en este contexto que se establecen los presentes lineamientos con el objetivo de apoyar a los actores involucrados, desde los titulares responsables de proyectos y las autoridades encargadas hasta los opositores al proyecto y afectados, para facilitar la incorporación eficiente de aspectos relacionados con la salud en dichos procesos y procedimientos desde una perspectiva de prevención. En este sentido, los lineamientos brindan orientación y constituyen una base a las buenas prácticas profesionales para la consideración de aspectos de salud en evaluaciones ambientales. Con este propósito, se establecen dos pasos: en el primero

se aplican los presentes lineamientos para instaurar un marco general para una evaluación de los impactos sobre la salud humana. En el segundo, se desarrollan guías y flujos de trabajo para niveles específicos que se aplican en la práctica a la estructura correspondiente del procedimiento de planificación o de autorización. La atención se centra primero en la planificación territorial/regional y en el procedimiento de ordenamiento territorial, de planeamiento urbanístico y en aquellos de autorización relacionados con el proyecto según el Anexo 1 de la UVPG.

Los lineamientos también deben facilitar la aplicación de la prevención ambiental eficaz según esa norma. A la fecha, el Tribunal Federal Administrativo (BVerwG) aún considera en su jurisprudencia que la UVPG es solo un componente del derecho procesal, sin criterios propios para la evaluación material y legal; sin embargo, está en el ámbito discrecional de las autoridades, sobre todo en lo referido a los procedimientos de planificación y autorización, aplicar valores de previsión que superen las exigencias mínimas legales y los límites máximos permisibles (LMP).

En tal perspectiva, los lineamientos brindan un marco de orientación general que debe adaptarse en cada caso específico a cada proyecto. Estos lineamientos no buscan establecer nuevos valores límite para determinados efectos ambientales o nocivos para la salud; por el contrario, los lineamientos ofrecen una orientación en situaciones en las cuales las interrelaciones de efectos no son unívocas, pero en las que se cuenta con indicaciones fehacientes sobre las relaciones correspondientes para conocer el panorama. En estas situaciones, los criterios internacionales de evaluación pueden servir como referencias útiles. Así se fomenta la discusión sobre el logro de los objetivos de salud y de calidad del medio ambiente en el marco de los procesos de planificación y certificación ambiental, ya que siempre existe un amplio ámbito discrecional cuando las autoridades encargadas de la salud emiten sus reportes y opiniones. Sobre los resultados de la investigación de las causas y de la gestión de los riesgos que ponen en peligro la salud, estos dictámenes se basan en una sólida argumentación y justificación, para así contar —en el caso ideal— con mayor peso en la ponderación de los problemas a considerar.

Otro propósito de los lineamientos —además del apoyo concreto en el marco de procedimientos de planificación y certificación— es la sensibilización general de todos los involucrados para que tomen en cuenta de manera eficaz los temas relacionados con la salud.

La jurisprudencia actual muestra que ya no es suficiente solo respetar los LMP para garantizar un adecuado nivel de protección. Un ejemplo ilustrativo es el caso de las áreas de Natura 2000[1], donde se demuestra la presencia de efectos acumulativos, aunque no exista un daño inmediato a la salud. En este caso, el Tribunal Supremo Administrativo de la ciudad de Münster emitió la sentencia conocida como fallo Trianel, luego de una queja de la organización no gubernamental (ONG)

1 Natura 2000 es una red ecológica de áreas de conservación de la biodiversidad en la Unión Europea (UE).

Asociación Alemana para la Protección del Medio Ambiente y la Naturaleza (BUND), sección Renania del Norte-Westfalia (NRW), en contra del gobierno distrital de la ciudad de Arnsberg, por una planta generadora de energía con base en carbón. El tribunal llegó a la convicción de que los daños ambientales en las áreas de protección de fauna, flora y hábitat (según la Directiva de la UE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres[2]) se deberían considerar en forma acumulativa, aunque no existan valores límite obligatorios para la categoría de impacto correspondiente[3].

COMENTARIO PRELIMINAR PARA LA VERSIÓN EN ESPAÑOL DE LA PUBLICACIÓN ORIGINAL EN ALEMÁN: EL DERECHO ADMINISTRATIVO AMBIENTAL Y EL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE ALEMANIA

Joachim Hartlik

Los lineamientos que se explican en este documento tienen como objetivo permitir una mejor integración de los temas relacionados con la salud en el marco de las "evaluaciones de impacto ambiental", que en Alemania son obligatorias por ley. Para asegurar que los lineamientos resulten inteligibles, presentamos en este comentario preliminar un breve resumen del derecho procesal administrativo relativo a temas ambientales y del sistema de planificación en Alemania.

Las evaluaciones de impacto ambiental se llevan a cabo en diferentes etapas de la planificación y autorización de proyectos. Se diferencian los siguientes tipos de evaluaciones de impacto ambiental:

1. **Evaluaciones ambientales estratégicas** a nivel de las planificaciones supraordinadas, como por ejemplo la planificación de la red vial federal, la planificación de la ampliación de la red energética federal (de energía) o la planificación regional.
2. **Evaluaciones de impacto ambiental** en el ámbito de proyectos concretos, como por ejemplo las autopistas federales, centrales de energía, grandes parques eólicos, proyectos de explotación de materias primas o grandes centros de crianza de animales.
3. **Evaluaciones ambientales** como parte de la planificación de obras civiles en relación con los planes de uso de espacios a nivel distrital y municipal, y los planes locales de construcción.

Los distintos procedimientos de autorización de planes y proyectos se basan respectivamente en las diferentes normas legales y sus reglamentaciones, que concretan la interpretación de estas leyes sectoriales a través normativas técnicas, ordenanzas y decretos administrativos. La referencia a las distintas normas legales —tales como la Ley de Construcción de Autopistas Interregionales, la Ley de Ordenamiento Territorial o la Ley Federal de Protección contra Inmisiones

2 Directiva 92/43/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas, del 21 de mayo de 1992.

3 Fallo en el caso 8 D 58/08.AK, del 1 de diciembre de 2011.

Dañinos— dificulta la armonización de las evaluaciones de impacto ambiental, debido a que es necesario tomar en cuenta las particularidades de las normas legales sectoriales.

La base de todas estas disposiciones legales es la **Ley Federal (de Alemania) de Evaluación de Impacto Ambiental-UVPG**. Esta ley prescribe las dimensiones mínimas y el marco mínimo de la evaluación, que debe aplicarse siempre en todos los tipos de evaluaciones de impacto ambiental. Estas disposiciones se refieren, por ejemplo, a la participación pública y de las autoridades concernidas, así como a la elaboración del expediente de solicitud. En este expediente se evalúan las repercusiones previstas sobre los siguientes bienes protegidos:

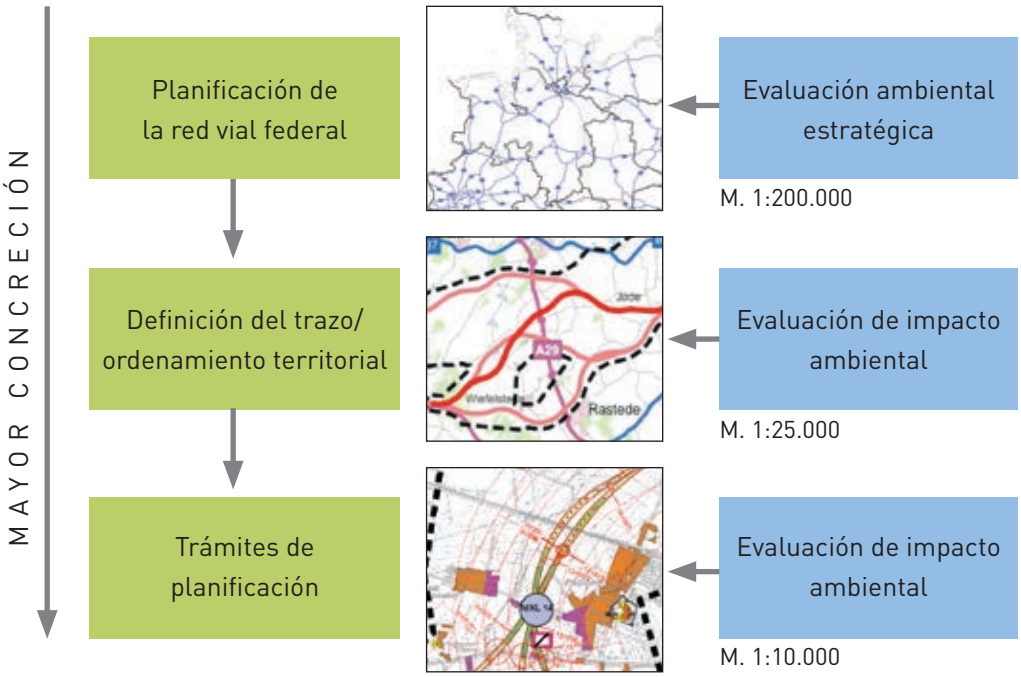
- Las personas, incluida la salud humana
- Los animales, las plantas y la diversidad biológica
- El suelo, el agua, el aire, el clima y los paisajes
- Los bienes culturales y otros bienes materiales
- La interacción entre los bienes protegidos mencionados

La estructura y el desarrollo de los procesos de evaluación de impacto ambiental sobre la base de la **Ley Federal de Evaluación de Impacto Ambiental** son bastante similares a lo dispuesto en el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), aunque se diferencian en los detalles.

La **Ley Federal de Evaluación de Impacto Ambiental**, con sus requisitos de amplio alcance para la consideración de los temas ambientales, no solo es la base para las normas sectoriales sino también para las normativas a nivel de los **Estados Federados**. Dado que la República Federal de Alemania tiene una estructura organizativa federal, los distintos Estados Federados que la conforman son autónomos y autosuficientes en ciertos ámbitos administrativos. En consecuencia, los 16 estados federados suelen tener leyes de evaluación de impacto ambiental de nivel estadual, que rigen para las planificaciones y los proyectos bajo su competencia.

La **Ley Federal de Evaluación de Impacto Ambiental** a nivel federal se adapta y actualiza continuamente. El motivo más frecuente para las adaptaciones son las modificaciones que se introducen en los **lineamientos de la Unión Europea sobre las evaluaciones de impacto ambiental y las evaluaciones ambientales estratégicas** que definen el marco legislativo, y que Alemania —como miembro de la UE— debe implementar dentro del plazo señalado, usualmente 2 a 3 años. En forma complementaria a las estructuras y los elementos específicos de los procesos de evaluación ambiental, los lineamientos de la UE también definen parámetros de evaluación en muchos temas ambientales, aplicables por todos los países miembros para medir las repercusiones ambientales previstas mediante estándares vinculantes sobre la calidad del aire, del agua y del suelo. Otro principio fundamental consiste en la obligación de tomar en cuenta las repercusiones que sobrepasan los límites permitidos. Si estos efectos ambientales podrían afectar a un país vecino de la UE, los ciudadanos afectados y las autoridades pertinentes del Estado vecino tienen el mismo derecho a participar como la población propia y las autoridades propias.

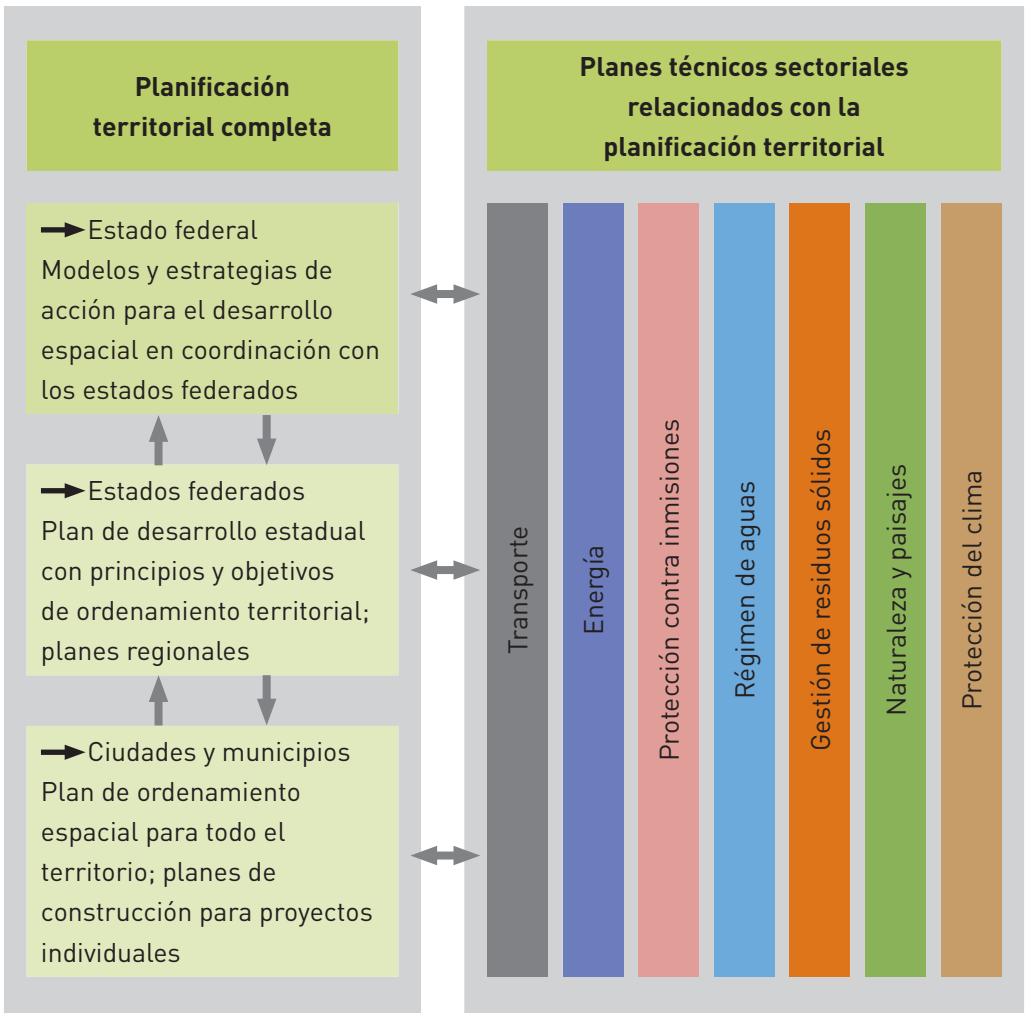
Ilustración 1. Niveles de la planificación en base al ejemplo de la planificación de la red vial



Un elemento importante de la metodología alemana es la **planificación por niveles**. En los distintos niveles de planificación, se analizan las repercusiones sobre el medio ambiente y todos los demás ámbitos afectados según el respectivo parámetro de medición (desde efectos e interacciones de gran alcance hasta repercusiones locales) y se evalúan las posibles medidas de prevención, mitigación y compensación. Este tipo de proceso se conoce también como **delimitación de niveles de planificación**. Un ejemplo ilustrativo es la planificación de la red vial, que implica tareas distintas relacionadas con el medio ambiente en cada nivel de planificación. A medida que se desciende de nivel, la planificación es cada vez más concreta: va desde el concepto general de planificación vial a nivel federal hasta el proyecto individual de construcción de una vía, para lo cual debe llevarse a cabo un trámite de planificación con miras a obtener la autorización definitiva (véase la ilustración 1). En un proceso de planificación, los niveles subordinados deben tomar en cuenta los resultados de los niveles superiores, a fin de no duplicar las tareas.

El sistema alemán de planificación completo se presenta en la ilustración 2. Mientras que al lado izquierdo de la figura se muestran los niveles de planificación federal, estadual y municipal mediante el ejemplo de la planificación espacial y de obra, a la derecha aparecen los distintos planes técnicos sectoriales los cuales, tienen implicancias a nivel territorial, que usualmente también deben recorrer los mismos niveles. Los planes técnicos suelen someterse a una evaluación ambiental estratégica para investigar sus posibles repercusiones ambientales. En cambio, los componentes concretos de la planificación del proyecto se analizan mediante una evaluación de impacto ambiental.

Ilustración 2. Sistema de planificación en Alemania



A pesar de que Alemania cuenta con este sistema diferenciado de administración ambiental y planificación, que somete regularmente a todos los planes y proyectos importantes a análisis integrales, existen vacíos y deficiencias en la consideración de las consecuencias para la salud. Los presentes lineamientos intentan contrarrestar este hecho mediante la puesta a disposición de información *ad hoc*.

Salud e igualdad de oportunidades con respecto a la salud

2

Rainer Fehr, Thomas Claßen, Christiane Bunge

2.1 Salud

Rainer Fehr, Thomas Claßen

Todo ser humano está familiarizado con el concepto de salud; sin embargo, carecemos de una definición clara. La Organización Mundial de la Salud (WHO/OMS), por ejemplo, define la salud en el preámbulo de sus estatutos (vigentes desde el año 1948) como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de enfermedades o dolencias[4].

En esta definición se aprecian importantes aspectos de la salud como concepto integral y holístico. Se mantiene la ausencia de enfermedades como elemento importante, pero la descripción de aspectos positivos ocupa un papel protagónico, lo cual está de acuerdo con el concepto moderno de salud. Por otro lado, hay algunos puntos que limitan el uso de la definición que la WHO/OMS asigna a la salud para su aplicación tanto en la ciencia como en los procesos regulatorios.

Un punto crítico es el énfasis en el "bienestar", por tratarse de un elemento subjetivo. Este hecho no toma en cuenta que algunas enfermedades (por ejemplo, la hipertensión arterial) no afectan la sensación de bienestar o incluso pueden generar la sensación de un mayor bienestar, por lo menos en su fase inicial. Es posible que transcurra un largo tiempo hasta que las enfermedades afecten el nivel de bienestar, incluso en el caso de enfermedades potencialmente letales (por ejemplo, tumores). Otro caso es el elemento de bienestar social, que se puede interpretar de manera extremadamente variable.

También se debe considerar que el cuerpo humano (al igual que otros organismos vivientes) se compone de un gran número de sistemas y subsistemas que se relacionan entre sí mediante múltiples circuitos de regulación y, a la vez, se interconectan con otros niveles de sistemas circundantes: familias, sociedad, organizaciones, naciones, comunidades, culturas, la especie *Homo sapiens* y, en general, toda la biósfera. Esta complejidad no se refleja lo suficiente en el aspecto "bienestar".

En este sentido, algunos expertos echan de menos un componente (humano) ecológico en la definición de la WHO/OMS para expresar de mejor manera la relación entre medio ambiente y salud humana. En algunas definiciones más re-

4 "Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity", WHO/OMS 1948.

cientes se define la salud como un estado de equilibrio entre el ser humano y su medio ambiente físico, biológico y social. Dicho medio ambiente puede tener efectos positivos o nocivos. Así, se puede entender la salud como un estado de equilibrio entre factores de riesgo y de protección que se da cuando el ser humano logra superar tanto los retos internos (cuerpo y mente) como los factores externos (social y material)[5]. Vista de esta forma, la salud permite bienestar y alegría, sin ser exclusivamente positiva u óptima; mas bien, es una realidad compleja y depende de múltiples factores. Considerando que tales definiciones a su vez generan nuevas dudas, en la actualidad no se aplican de manera frecuente en el ámbito de la medicina.

En la práctica es más fácil comprender los límites de estudio de la salud que la complejidad de la salud en sí misma. Para los análisis epidemiológicos, por ejemplo, muchas veces se recurre a las afecciones de la salud con manifestaciones objetivas, que son relativamente fáciles de determinar y se pueden estructurar de diferentes maneras. Por ejemplo: por órganos afectados (vías respiratorias, piel, hígado), por formas de reacción (inflamación, tumor, mutación), por procesos (crónico, agudo o intermedio) y por recuperación (completa, parcial o ausente). Usualmente, el diagnóstico del médico determina la presencia de tales trastornos de la salud basándose en las molestias del paciente, los hallazgos clínicos y, a menudo, los resultados de determinados métodos de examen. El abanico de posibles trastornos de la salud (en caso de relacionarse con el medio ambiente se denominan con frecuencia efectos adversos) abarca desde trastornos funcionales hasta afecciones clínicas, y puede conducir a la muerte[6].

Existen casos de muerte "prematura" por causa de enfermedades o lesiones que ocasionan una pérdida de años de vida. Por otro lado, las enfermedades o las lesiones por lo general limitan la calidad de vida en los años de afectación. Mediante la aplicación de ciertos supuestos es posible "medir" estos dos tipos de "pérdida de salud" generados por enfermedades en la población, uno de ellos a través del concepto "años de vida ajustados por discapacidades" (DALY). En caso de contar con información sobre el efecto adverso de factores de estrés ambientales (por ejemplo, partículas finas, ruido, radón) y otros factores de riesgo (como falta de actividad física y fumar) en forma de funciones exposición-efecto también es posible determinar el factor de riesgo relacionado con enfermedades causadas por factores ambientales. En la protección ambiental relacionada con la salud se pueden utilizar este tipo de parámetros (aunque con algunas limitaciones) como base para elaborar un "análisis comparativo de riesgos" (CRA) para presentar las prioridades en las medidas políticas[7]. Por lo general, este tipo de sumatorias todavía no se aplican en Alemania para la descripción de la salud y la enfermedad en los reportes de salud, o para estimar los efectos de su relación con los factores ambientales; sin embargo, considerando las más recientes tendencias, es de suponer que este será el caso en el corto plazo[8].

5 Hurrelmann & Franzkowiak 2006, 52.

6 Véase capítulo 5.1.

7 Prüss-Üstün *et al.* 2003; Malsch *et al.* 2006; Hornberg *et al*. 2013.

8 Malsch *et al*. 2006; Hornberg *et al*. 2013.

Hay diversos manuales que son claves para la codificación de enfermedades, lesiones y causas de muerte. Uno de ellos es la *Clasificación estadística internacional de las enfermedades y problemas relacionados a la salud* (ICD), elaborada por la WHO/OMS. En Alemania hay dos aplicaciones importantes para este documento. En primer lugar, se utiliza para la codificación de las causas de muerte (por ejemplo, en las estadísticas de mortalidad, que se actualizan generalmente cada año, indicando detalles por cada distrito). En segundo lugar, se aplica a la codificación de diagnósticos para la atención ambulatoria y hospitalaria (por ejemplo, para liquidación de seguros de salud, estadísticas de cáncer o estadísticas de altas en el sistema de hospitales). Para la codificación de las causas de muerte se utiliza la versión en alemán de la décima actualización de ese manual (ICD-10)[9], que es una traducción literal del original en idioma inglés. Para la codificación de los diagnósticos en la atención ambulatoria y hospitalaria se emplea la versión modificada en alemán (ICD-10-GM). La ICD-10 forma parte de una gama de clasificaciones internacionales relevantes para la salud. Se puede aplicar esta codificación y las estadísticas indicadas para la determinación del nivel de morbilidad en una población. Sobre todo en un gran proyecto de planificación, estos datos pueden usarse para estimar el nivel de riesgo preexistente de la población (posiblemente en grupos especialmente vulnerables como niños, adultos mayores o personas con problemas de salud) y elaborar un análisis de la situación actual. Por otro lado, permite el monitoreo, en especial en caso de efectos crónicos esperados.

2.2 Igualdad de oportunidades con respecto a la salud

Christiane Bunge

La igualdad de oportunidades con respecto a la salud implica establecer para todos las mismas posibilidades de estar y mantenerse sanos. Esta igualdad es una condición importante para la participación en la sociedad. En el transcurso de los últimos años se ha tratado muchas veces el tema de la igualdad de oportunidades con respecto a la salud a nivel nacional e internacional, llegándose a la conclusión de que la distribución desigual de oportunidades es el resultado de un conjunto complejo de factores: condiciones y situaciones de vida con mayor riesgo, escasos recursos socioeconómicos (educación, ingresos) y personales, estilos de vida que implican mayor riesgo y problemas de acceso a los servicios de salud[10].

También en Alemania existe una estrecha correlación entre situación social y salud. La expectativa de vida depende de los niveles de ingreso, educación y situación laboral. En el caso de los hombres pertenecientes al 25 % de la población de menores ingresos, la expectativa de vida promedio al momento de nacer es de aproximadamente once años menos en comparación con los hombres del 25 %

9 WHO/OMS 2004.

10 Bolte *et al.* 2012.

de ingresos superiores. En el caso de las mujeres, la diferencia es de aproximadamente ocho años. Esta correlación entre niveles de ingresos y expectativa de vida se refleja no solamente a nivel individual, sino también a nivel geosocial. La expectativa de vida al momento de nacer es superior en regiones donde el riesgo de pobreza es menor[11].

En los reportes periódicos acerca de la salud emitidos por las autoridades federales, por ejemplo el informe conjunto del Instituto Robert Koch (RKI) y la Oficina Federal de Estadística sobre la situación en 2006[12] al igual que en los informes del Gobierno Federal acerca de la pobreza y la riqueza[13], se observa siempre esta desigualdad que afecta a la población alemana en temas de salud. Las relaciones entre la desigualdad en aspectos sociales y de salud son también temas centrales en la investigación científica de las décadas pasadas[14]. Por lo general, se define la desigualdad social como el conjunto de diferencias en educación, posición laboral e ingresos, valores que se colocan en una escala vertical. Además, existe la desigualdad social horizontal; con el fin de determinarla se utilizan ciertas características para segmentar la población en grupos, como, la edad, el sexo y la nacionalidad. Según esta segmentación, las más desfavorecidas son las personas afectadas por características negativas tanto del tipo vertical como del horizontal[15]. En todos los países industrializados y altamente desarrollados aumenta la desigualdad social medida como el acceso a educación, recursos financieros y posibilidades de reconocimiento[16].

Las situaciones socialmente desfavorecidas y perjudiciales determinan las posibilidades y las restricciones individuales, junto con factores psicosociales y conductuales, entre otros, para evitar la exposición o para enfrentar los peligros ambientales que puedan afectar la salud. Las desigualdad de oportunidades respecto a la salud por causa de la situación social se aprecia desde temprana edad, los niños y los adolescentes son los grupos más vulnerables. Pertenecer a un grupo desfavorecido a temprana edad puede generar consecuencias negativas a nivel social y de salud que afecten al individuo toda su vida[17]. Un nivel socioeconómico bajo de la familia constituye un riesgo importante para el desarrollo de los niños y sus oportunidades futuras[18].

Numerosos estudios acerca de la correlación entre situación social y estado de salud demuestran que las deficiencias en la salud (por ejemplo, enfermedades crónicas asociadas a factores ambientales, discapacidades motrices, mala alimentación, malos hábitos) son el resultado de este desequilibrio y esta interrelación compleja entre factores constitutivos, ambientales, genéticos y situacionales[19].

11 Lampert & Kroll 2010.

12 RKI & *Statistischen Bundesamtes* 2007.

13 Bundesregierung 200.

14 Richter & Hurrelmann 2006.

15 Mielck 2003.

16 Richter & Hurrelmann 2006.

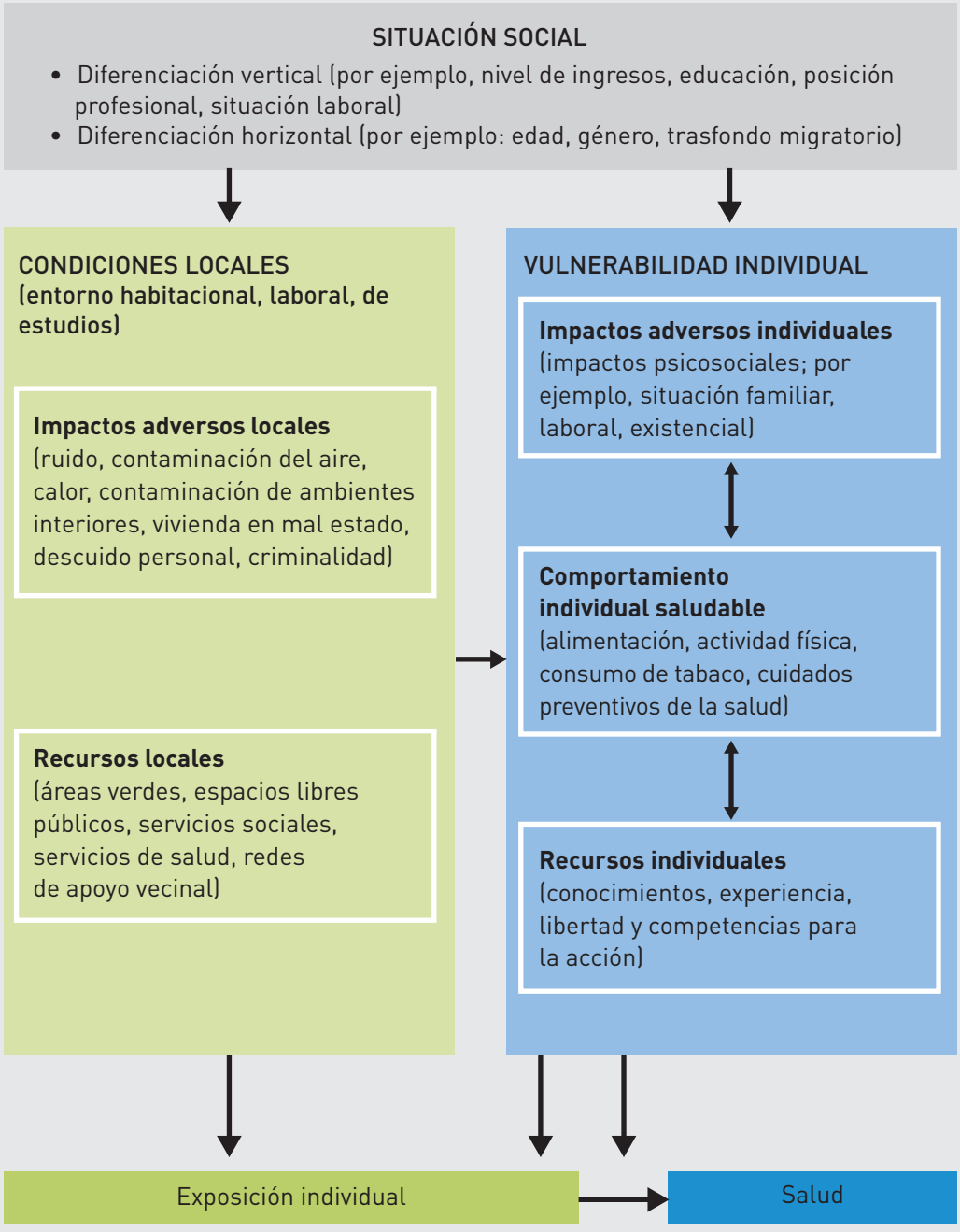
17 Mielck 2001; Hornberg & Pauli 2007.

18 Ellsäßer *et al.* 2002.

19 Kamensky *et al.* 2000; Mielck 2001; Mielck 2003.

Hay factores relacionados con la situación social que incrementan el riesgo, por ejemplo, costumbres de la vida diaria y hábitos de consumo (mala alimentación, fumar, falta de higiene personal, uso de químicos en el hogar) o contaminación local ambiental (ruido, contaminación del aire). Por otro lado, los recursos disponibles a escala local (áreas verdes, redes sociales) o individual (capacidad para la acción) son factores que contribuyen a fomentar y mantener un buen estado de salud (ilustración 3).

Ilustración 3. Descripción de la correlación entre situación social, medio ambiente y salud



Fuente: Bolte *et al.*, 2012, 26, impreso con autorización de la editora Hans Huber.

Para lograr igualdad de oportunidades respecto de la salud, los esfuerzos de las políticas de salud pública se deben enfocar más en los recursos y los procesos que fomentan y mantienen un buen estado de salud. Considerando este enfoque de "salutogénesis" nace la pregunta acerca de las personas que se mantienen saludables a pesar de una diaria exposición a factores de estrés, en situaciones de alto riesgo de enfermedades o eventos críticos en sus vidas. Esta pregunta lleva a considerar la importancia de los recursos individuales (conocimientos, autoestima, integración social) y sociales (redes sociales eficientes, seguridad de los sistemas sociales). Gracias al modelo de salutogénesis, el enfoque en la investigación de la salud ha cambiado: ya no se centra en evitar enfermedades sino en fomentar la salud[20].

En Alemania, la igualdad de oportunidades de salud se incorporó en el año 2000 explícitamente en la nueva versión del quinto libro del Código de Seguridad Social (SGB V), artículo 20, inciso 1. Esta legislación federal obliga a las seguros públicos de salud a invertir un determinado monto por cada afiliado en la prevención primaria, entendida como "[...] medidas que ayudan a mejorar el estado de salud a nivel general y a disminuir la desigualdad de oportunidades respecto de la salud por causa de factores sociales". Sin embargo, según ha quedado demostrado por la experiencia, en especial las actividades que se orientan a la prevención a nivel individual prácticamente no llegan a los grupos socialmente desfavorecidos. Como resultado, la prevención primaria en Alemania no cumple con la función prevista en la ley ni con las exigencias autoimpuestas por los seguros públicos de salud[21].

EL NIVEL SOCIAL COMO INDICADOR DE LOS RIESGOS DE SALUD RELACIONADOS CON EL MEDIO AMBIENTE. EL CONCEPTO DE JUSTICIA AMBIENTAL

En la década de 1980 nace en los Estados Unidos de América (EUA) el concepto "justicia ambiental" (*environmental justice*) en referencia a la distribución desigual e injusta de la contaminación del medio ambiente, que afecta en mayor medida a los grupos poblacionales de menor nivel socioeconómico y a determinados grupos étnicos y sus zonas de residencia. Según estudios empíricos anteriormente realizados en ese país, se comprobó que los grupos poblacionales de menores ingresos y las minorías étnicas con frecuencia habitan viviendas en malas condiciones, cercanas a las fuentes de emisiones dañinas y sufren la exposición a agentes ambientales nocivos para la salud[22]. En este sentido, la justicia ambiental apunta a evitar la generación de nuevas fuentes de contaminación, reducir la contaminación existente y distribuir los riesgos ambientales inevitables con un enfoque de "justicia social"[23]. Además, el concepto de justicia ambiental incluye la justicia procesal, tomando en cuenta la participación ciudadana

20 Franke 2011.

21 Altgeld 2011.

22 Bowen 2002; Brulle & Pellow 2006.

23 Maschewsky 2001; Bolte & Kohlhuber 2006; Bolte *et al.* 2012.

en los procesos de planificación y decisión. Se trata de garantizar que todos los ciudadanos afectados gocen de oportunidades comparables para participar en los procesos de decisión de las políticas ambientales[24].

Gracias a la discusión internacional en torno a las crecientes disparidades sociales y de la salud, en años pasados ha aumentado la conciencia de la estrecha vinculación entre los asuntos ambientales y los sociales también en otros países fuera de EUA[25].

En Alemania, hace ya algunos años que se discute acerca del estatus social como indicador para problemas de salud relacionados con factores ambientales. En general, todavía son rudimentarios los datos acerca de la influencia de los factores sociales sobre la exposición ambiental (variación de exposición) y el efecto modificador del estatus social sobre los daños a la salud vinculados al medio ambiente (modificación de efectos)[26]. Sin embargo, los análisis de datos primarios y secundarios demuestran que el bajo estatus social muchas veces conlleva una mayor exposición a riesgos en los principales contextos de la vida diaria, por ejemplo en la vivienda y sus alrededores. La población perteneciente al estatus social bajo con frecuencia reside cerca de avenidas principales y muy transitadas y, por lo mismo, se ve afectada con mayor frecuencia por el ruido del tránsito[27], además de sufrir una mayor exposición a los riesgos de salud por contaminación del aire[28]. Ya en 1975 se pudo demostrar que los barrios obreros de la zona norte del Ruhr se veían afectados por concentraciones bastante mayores de polvo, a diferencia de las áreas residenciales donde vivían en su mayoría empleados, funcionarios y profesionales independientes[29].

Las investigaciones actuales señalan diferentes fuentes de exposición que deben considerarse en el contexto de condiciones de vida limitadas por factores socioeconómicos. Entre ellos están la contaminación del aire causada por el tráfico o la industria, el mayor nivel de contaminación acústica y la reducida disponibilidad de áreas verdes o de espacios libres[30]. En conclusión, los riesgos para la salud dependen de las deficiencias en la calidad de la zona de residencia. Por otro lado, también son de gran importancia las diferentes condiciones físico-químicas dentro de las viviendas (materiales y sustancias de construcción, contaminantes contenidos en el mobiliario y los enseres), las que a su vez dependen del nivel de educación, la situación laboral y el nivel de ingresos de los habitantes[31].

Partiendo de los numerosos y variados indicios ya existentes acerca de las relaciones entre medio ambiente, salud y situación social surge la necesidad de desarrollar una perspectiva orientada al entorno de vida de diferentes grupos

24 Köckler 2011.

25 Stephens & Bullock 2002.

26 Hornberg *et al*. 2011; Bolte *et al.* 2012.

27 Hoffmann *et al.* 2003.

28 Heinrich *et al.* 2005; Brauer *et al.* 2006.

29 Jarre 1975.

30 Hoffmann *et al.* 2009; Bunge & Katzschner 2009; Hornberg *et al.* 2011.

31 Hornberg & Pauli 2007; Seiwert *et al.* 2008; WHO/OMS 2006b, 2006c.

sociales y su distribución diferenciada, tomando en cuenta factores sociales y geográficos. El objetivo debe ser el análisis de la afectación de los diferentes segmentos poblacionales frente a la contaminación ambiental y las subsecuentes consecuencias para la salud, considerando la estructura de edades y la biografía. Es necesario establecer vínculos entre áreas pobladas y mapas de emisiones (por ejemplo, considerando áreas verdes y contaminación del aire) para recopilar datos sobre aspectos como la exposición individual de los residentes y los cambios en el transcurso del tiempo y, luego, relacionar esta información con factores socioestructurales y de distribución que afecten las condiciones de vida (por ejemplo, la situación en los alrededores de la vivienda)[32]. De esta manera será posible determinar el efecto de ciertas desigualdades sociales en la exposición a factores ambientales considerando las principales vías de contaminación y los efectos sobre la salud, para luego desarrollar las acciones posibles (por ejemplo, reducción a la exposición). Deben perfeccionarse las metodologías necesarias para ello y complementarlas con un enfoque de análisis geográfico y procesamiento de datos geoinformáticos, por ejemplo[33].

La identificación temprana de riesgos para la salud gracias a datos confiables es la base de la información y la evaluación para definir medidas que reduzcan la contaminación con el fin de llevar a cabo un programa de protección de la salud tomando en cuenta factores ambientales (por ejemplo, determinación de valores límite, programas de acción contra la contaminación acústica o zonas de protección ambiental). Tanto por la información incompleta como por la complejidad de las relaciones causa-efecto, en Alemania aún no se cuenta con una cuantificación integral de la desigualdad en la salud que depende del desequilibrio en la distribución de la contaminación y los recursos ambientales. Para poder estudiar las causas y los efectos de la distribución desigual de afecciones y recursos de salud bajo la influencia de factores ambientales se requiere de un análisis diferenciado (individual) de las áreas parciales: medio ambiente, salud y situación social[34].

32 Klimeczek & Luck-Bertschat 2008.

33 Ib.

34 Hornberg *et al.* 2011; Bolte *et al.* 2012.

Requisitos para la protección de la salud humana y la "prevención ambiental eficiente"

3

Wilfried Kühling, Thomas Claßen, Joachim Hartlik

3.1 El concepto de prevención

Wilfried Kühling

La salud y la prevención ambiental son objeto de disposiciones legales tanto nacionales como internacionales. Sin embargo, los términos legales empleados que abundan en estos textos carecen de claridad respecto de las exigencias de protección y prevención y de escalas de evaluación concretas. Los capítulos siguientes pretenden aportar a este tema.

Prevenir la contaminación ambiental es una tarea central de la política ambiental alemana[35] y, por lo tanto, figura en la Constitución como objetivo del Estado. La protección del medio ambiente en forma preventiva es parte de una política activa dirigida a proteger los recursos naturales en el largo plazo y mejorar la calidad del medio ambiente. Por ello, forma parte de las funciones de planificación del Estado, en especial en las áreas de ordenamiento territorial, desarrollo urbano, planificación sectorial y, de manera específica, de protección ambiental[36]. Es preciso diferenciar la prevención de otras áreas de la protección y la política ambiental. El principio de prevención es parte del llamado "trío de principios" de política ambiental, que comprenden el principio de prevención, el principio "quien contamina paga" y el principio de cooperación[37].

Para garantizar una prevención eficaz, no basta con aplicar los estándares de defensa contra peligros. En el proceso de EIA se pueden ampliar estas exigencias. A continuación, se especificarán las medidas de prevención que buscan implementar los distintos instrumentos de las EIA. Existen diferentes interpretaciones del término prevención en uso entre los expertos[38]. Sin embargo, el BVerwG ha fallado en los siguientes términos: "[...] es preciso tomar en cuenta también posibles daños [...] para los que [todavía] no existe un riesgo real sino solo una sospecha de riesgo o un potencial de peligrosidad que genera preocupación"[39].

35 BMUB 1986.

36 Hoppe 1980, 211 y siguientes.

37 Storm 1995.

38 BMUB 1986; Kühling 1986, 29 y siguientes.

39 Fallo 7 C 65.82, del 19 de diciembre de 1985.

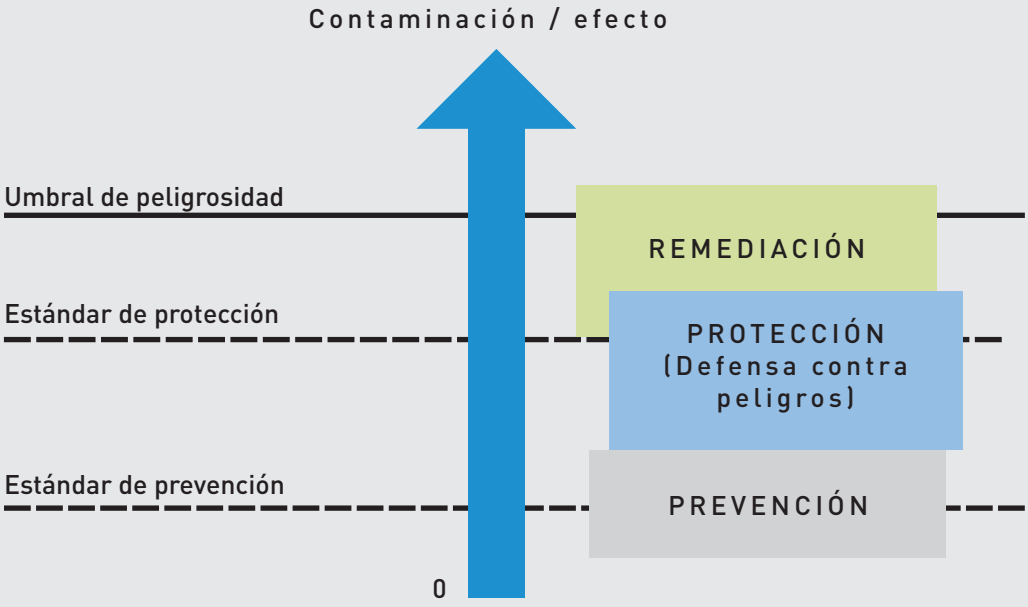
Partiendo de esta definición legal, la prevención siempre debe tomar en cuenta efectos nocivos teóricamente posibles o para los que existe una sospecha fundada. En cambio, el concepto de defensa contra peligros se limita a evitar daños ambientales con un grado de probabilidad suficiente.

En conclusión, la obligación de la prevención implica:

- Prevenir no solo los daños nocivos comprobados sino también las sospechas de efectos adversos.
- Exigir rangos de seguridad para los valores límite permitidos.
- Considerar perjuicios cuya aparición en el futuro no puede excluirse lo suficiente, aun cuando la posibilidad es remota o poco probable.
- Minimizar el riesgo incluso en casos en los cuales las relaciones causales, empíricas o estadísticas no sean (lo suficientemente) conocidas o no sean comprobables[40].
- Aplicar medidas incluso en casos de contaminación ambiental que en sí no representen peligro, pero que puedan generar daños en combinación con otros tipos de contaminación que a su vez no sean peligrosos en sí mismos[41].

Al aplicar este enfoque se logra un nivel de exigencia para la protección ambiental que se considera un parámetro para la evaluación y la valoración de acuerdo con el artículo 12 de la UVPG. La ilustración 4 muestra la función básica de la prevención en el marco de los distintos campos de acción de la política ambiental en Alemania. Además, la prevención busca minimizar la contaminación, tal como se explica en el ejemplo de la reforma de las normas europeas para la calidad del aire respecto de partículas contaminantes ($PM_{2,5}$).

Ilustración 4. Áreas de la política ambiental y la planificación ambiental



40 Di Fabio 1991, 357.

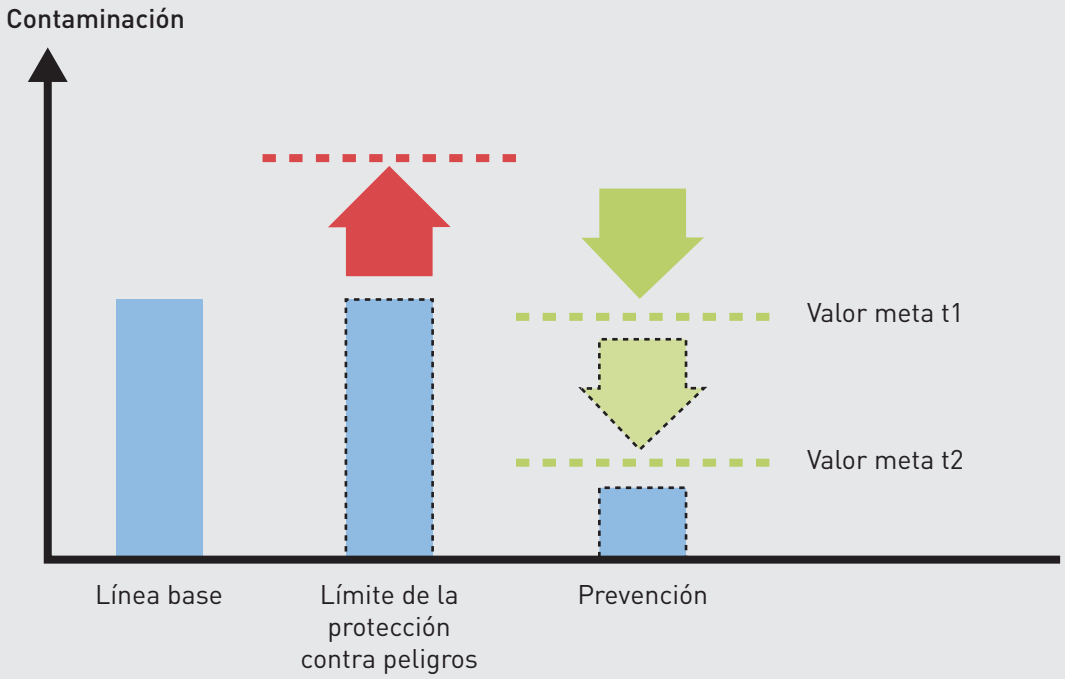
41 Kloepfer 1993, 73.

Para una eficaz evaluación de probables o posibles efectos ambientales, generalmente se deben considerar los objetivos de calidad ambiental referidos a impactos (por ejemplo, en relación a inmisiones). Sin la cuantificación del nivel de protección ambiental de los diversos bienes a proteger las EIA no siempre pueden cumplir de manera adecuada su tarea de prevención.

Es casi imposible definir con exactitud el espacio limítrofe entre la protección o la mitigación y la prevención, lo que deja un amplio margen a las interpretaciones. En la ilustración 4 se observa que el área de prevención y el cumplimiento de objetivos y parámetros orientados a la prevención generalmente superan los valores límite exigidos legalmente para la protección contra peligros. La contradicción con la formulación según el artículo 12 de la UVPG "[...] considerando una prevención ambiental eficiente [...] de acuerdo con las medidas exigidas en la legislación vigente..." apunta a una solución práctica del tema.

Los efectos ambientales comprobadamente posibles o probables también deben disminuir en forma eficaz mediante un parámetro de calidad ambiental relacionado con las inmisiones como guía. No es posible realizar la EIA sin contar con la posibilidad de cuantificar dicho nivel de protección ambiental (ilustración 5).

Ilustración 5. Estructura y objetivos de estándares para la protección y la prevención



t1 = tiempo 1 / t2 = tiempo 2

3.2 Prevención como objetivo legal

Wilfried Kühling

3.2.1 En el ámbito internacional

En primer lugar están los acuerdos de la Organización de las Naciones Unidas (UNO). En el principio 15 de la Declaración Final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED) se establece a nivel internacional la aplicación del principio de prevención en la protección ambiental. Este principio afirma:

> Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente, conforme a sus capacidades, el principio precautorio. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente[42].

Nace, entre otros, del principio 3 de esta conferencia que establece: "[...] el derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras"[43].

Es inherente al principio precautorio que se debe actuar aunque no haya evidencia científica suficiente. La Unión Europea (UE), a través de su Tribunal de Justicia (EuGH), afirma en su jurisprudencia comunitaria al respecto lo siguiente: "Al existir dudas acerca de la existencia o la magnitud de peligros para la salud humana, los órganos pueden establecer medidas de protección sin necesidad de esperar que se aclare la existencia o la magnitud de dichos peligros"[44].

En este contexto surge la necesidad de referirse a la diferencia entre precaución y prevención. El principio de prevención se basa en evitar efectos *conocidos* que causan daño al medio ambiente. El principio de precaución se aplica en un momento en el que todavía no se cuenta con un pronóstico certero acerca de los riesgos para el ambiente o para la salud. En este sentido, el principio de precaución es más exigente que el de prevención, porque se renuncia a la certeza científica en el momento de su aplicación[45].

Existen numerosas disposiciones legales nacionales e internacionales acerca de la salud y la protección ambiental, pero a menudo los vínculos transversales no aparecen en la legislación acerca de la salud o del medio ambiente. La política ambiental de la Unión Europea se basa en los principios de precaución y prevención para garantizar un alto nivel de protección. Según el artículo 191 del Tratado de Funcionamiento de la UE, la política ambiental europea se orienta especialmente

42 UNCED 1992.

43 La prevención se menciona también en varios capítulos del Programa 21, un documento de dicha conferencia.

44 UE 2000, Caso C-180/96 Reino Unido-Comisión Europea, decisión, 5.5 1998, Asunto 1998 I-2265, párrafo 99a.

45 Epiney & Scheyli 1998, 91.

al objetivo del uso sostenible de los recursos naturales y al mejoramiento de la calidad ambiental.

De esta manera, se establecen lineamientos de contenido para el nivel de calidad ambiental deseable o que se pretende lograr. Con el término "alto nivel de protección para todo el medio ambiente" se apunta a una calidad ambiental que evite los efectos nocivos según lo estipulado en el artículo 3, numeral 2, de la directiva 2010/75/UE, aquellos que puedan "[...] deteriorar o perjudicar el disfrute u otros usos legítimos del medio ambiente". En consecuencia, según esta directiva, el nivel de protección exigido por la UE busca una calidad ambiental que no se limita al principio de protección basado en daños ambientales y peligros para la salud. En este sentido es más claro que las diversas disposiciones de la legislación ambiental alemana vigente.

3.2.2 En la República Federal de alemania

CONSTITUCIÓN

El artículo 20a de la ley fundamental alemana define como un objetivo que el Estado asuma la responsabilidad de la protección de los recursos naturales a favor de futuras generaciones. Esta exigencia nace del objetivo de un desarrollo sostenible[46], que también consideran las leyes de ordenamiento territorial y de urbanismo. La prevención ambiental es una condición imprescindible para el desarrollo sostenible (véase el capítulo 3.2.1), por lo cual forma parte de lo estipulado en la Constitución.

LA LEY DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Según su definición, el artículo 1 de la UVPG está dirigido a garantizar la prevención ambiental eficaz; sin embargo, no se concretan el objetivo de calidad ambiental ni el nivel adecuado de protección ambiental. El artículo 12, que establece la división central de funciones, exige que la autoridad competente evalúe los efectos ambientales de un proyecto y tome en cuenta esta evaluación al decidir acerca de su autorización, para así garantizar la prevención ambiental de acuerdo con la legislación vigente. No obstante, no se define con suficiente precisión la calidad ambiental requerida para la prevención de aspectos de salud. Por esta razón, es necesario encontrar parámetros operativos para este término poco preciso de "prevención ambiental eficaz", tomando en cuenta las reflexiones anteriores. Finalmente, es importante recalcar que la evaluación de los efectos ambientales es un componente central de la EIA.

De acuerdo con el artículo 12 de la UVPG, se requiere la aplicación de normas ambientales para evaluar la autorización de un proyecto. Las disposiciones contenidas en la legislación especializada correspondiente y la reglamentación respecto a especificaciones o disposiciones para su implementación representan los parámetros relevantes para la evaluación. Como es obvio, deberían respetarse

46 UNCED 1992.

estas normas en todos los procesos de autorización (aunque no se requiera una EIA). Lo cual lleva a cuestionar el sentido de esta norma, si en realidad la EIA no produce ningún otro parámetro de valoración; sin embargo, la inclusión del concepto "prevención ambiental eficaz" otorga un nuevo significado al tema.

Por un lado, cabe suponer que los niveles máximos vigentes y las disposiciones legales especializadas no se establecieron principalmente con miras a la prevención, sino que consideraron en el proceso de su determinación también otros aspectos, por ejemplo económicos. Por lo mismo, generalmente no se cumple con los requerimientos de una evaluación exclusivamente ambiental, tal como se aprecia, por ejemplo, en la versión 16 del Reglamento de la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones (BlmSchV), que, al referirse a los valores límite para ruido, establece que estos niveles de contaminación se analizan tomando en cuenta además aspectos no relacionados con el medio ambiente[47]. Por otro lado, los parámetros de valoración provenientes de la legislación sectorial vigente a menudo carecen de claridad (protección del vecindario contra repercusiones peligrosas, protección del bien común, etc.) y requieren de una interpretación y una especificación adicionales.

La aplicación de la regla de interpretación del artículo 12 de la UVPG como principio guía para los procesos de autorización con EIA integrada es un buen enfoque para la discusión pública acerca de los niveles de protección a tomar en cuenta como parámetros al evaluar efectos ambientales. Además, el artículo 4 de la UVPG establece la obligación de basar la decisión de autorización de un proyecto en una evaluación dirigida a "tomar en cuenta una prevención ambiental eficaz", siempre y cuando los requisitos de las leyes federales o regionales sean insuficientes. El manual alemán de la EIA analiza en mayor detalle este caso a través del ejemplo del valor límite para las inmisiones según la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (TA Luft)[48].

LEGISLACIÓN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Además de la responsabilidad general de prevención en la planificación general integral, el objetivo y el área de aplicación de la Ley de Ordenamiento Territorial (ROG) se definen en el artículo 1, párrafo 2, sobre la base de la función y el ideal de un desarrollo territorial sostenible. De esta manera, y tomando en cuenta la interrelación del término desarrollo sostenible con el principio de prevención, se define claramente la tarea de la prevención. Es necesario aplicar objetivos y estándares de calidad ambiental relacionados con el principio de prevención para una evaluación temprana de proyectos y conceptos en el marco del diseño del ordenamiento territorial y de la planificación regional tomando en cuenta la planificación y el cuidado del medio ambiente.

47 En la expresión de motivos del Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones (véase la publicación de la Cámara Alta del Parlamento Federal, Bundesrats-Drucksache n.º 661/89), los legisladores explícitamente mencionan un margen de acción para la evaluación política de la relación entre el nivel aceptable de contaminación acústica por el tráfico y la factibilidad financiera en lo referente a la definición de valores límite.

48 Kühling & Peters 1995.

LEGISLACIÓN SOBRE CONSTRUCCIÓN

El enfoque de prevención también se encuentra en la legislación para edificaciones urbanas. En el artículo 1, párrafo 5, inciso 2, de la Ley de Edificaciones (BauGB), se concede prioridad a los objetivos generales de planificación como la protección de un medio ambiente digno para el ser humano y el desarrollo de las bases naturales de vida. Por lo tanto, los aspectos referidos a la protección del medio ambiente tienen prioridad frente a otros estándares especializados. Esto resalta aún más en las estipulaciones acerca de asuntos ambientales del artículo 1, párrafo 6, numeral 7, literal h, de la Ley de Edificaciones. Por ejemplo, en lo referente a la calidad del aire se determina que el objetivo es mantener la mejor calidad posible del aire en las zonas donde no se superan los niveles permitidos de inmisiones. Esta exigencia concuerda con lo estipulado en el artículo 50 de la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones.

Tal exigencia permite la aplicación del alto nivel de protección del medio ambiente que solicita la UE. De esta manera, se exige no solamente el cumplimiento de estándares ambientales sino que se reclama también la mejor calidad ambiental posible, dictaminando efectivamente un interdicto de empeorar la calidad ambiental y una obligación de minimizar impactos ambientales.

Se amplían las responsabilidades de planeamiento urbanístico, pues se va más allá de la protección y la previsión de peligros y se obliga a la prevención temprana. Este hecho se refleja en la jurisprudencia: en el marco del planeamiento urbanístico, los municipios no deben limitarse a la defensa frente a efectos ambientales nocivos ya presentes, según el artículo 3 de la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones. Mas bien, se les faculta a aplicar el principio de prevención del artículo 5, párrafo 1, numeral 2, de esa ley federal, que exige medidas preventivas para la protección del medio ambiente[49].

Una definición concreta *ad hoc* del nivel de prevención —por ejemplo, mediante estándares de prevención— es un requisito para el cumplimiento de los objetivos fundamentales de la planificación para la protección y el desarrollo de la calidad del medio ambiente. Sin embargo, este nivel de protección deseado a menudo crea problemas en la práctica porque hasta la fecha no se ha establecido una cuantificación vinculante sobre el valor límite de los factores nocivos para una prevención ambiental eficaz. La presente guía aspira a prestar un aporte en este sentido.

LEYES SECTORIALES

En la legislación ambiental alemana se considera el principio de la prevención de múltiples formas en diferentes leyes sectoriales (por ejemplo, en el artículo 5, párrafo 1, inciso 1, numeral 2, de la norma sobre inmisiones o en el principio de precaución que figura en la legislación sobre el agua para garantizar la pureza de los cuerpos de agua). El derecho ambiental abarca, entre otros, la disminución preventiva de sustancias potencialmente peligrosas, el registro rápido de efectos nocivos para el medio ambiente en el marco de procesos de planificación, y el uso sostenible de los recursos.

49 Fallo del Tribunal Federal Administrativo (BVerwG) 4 C 52.87, del 14 de abril de 1989.

3.3 Mejoramiento de la situación ambiental

Thomas Claßen

En el transcurso de las décadas pasadas, un gran número de disposiciones legales internacionales ha sufrido cambios que para muchos han pasado desapercibidos, pero que son de gran importancia para hacer realidad el principio de prevención en el cuidado de la salud y del medio ambiente. Complementando el principio de prevención vigente, cada vez es más común que se aplique el concepto de mejoramiento general de la situación ambiental y las medidas derivadas de este, que se agregan al concepto de protección y defensa contra peligros. Este fenómeno se refleja en varias normas de la UE, como las referidas a la protección del agua (por ejemplo, la Directiva Marco del Agua o la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina), en la protección contra inmisiones (por ejemplo, la Directiva Marco para el Ruido Ambiental o la Directiva Marco para la Calidad del Aire); o, en Alemania, en la legislación de construcción (por ejemplo, la Ley de Edificaciones). A manera de ejemplo, a continuación se describe la discusión acerca de las micropartículas presentes en el aire y la modificación correspondiente de las directivas de la UE para la calidad del aire.

En 1996, la Comisión Europea tomó una decisión transcendental al aprobar la Directiva Marco para la Calidad del Aire (96/62/CE). Esta norma ha tenido importantes efectos de largo plazo: desde entonces ya no se exigen estrategias para minimizar y evitar ciertas emisiones, las cuales se podían lograr gracias al avance tecnológico. El objetivo cambió a la disminución global de la exposición de seres humanos y medio ambiente a agentes nocivos contenidos en el aire[50]. A partir de esta directiva inicial se generaron múltiples normas que señalan valores indicativos o valores límite concretos, exigiendo medidas de mitigación en caso de que se superen[51].

Los conocimientos actuales basados en evidencias acerca de los efectos de las partículas finas sobre la salud, incluso en bajas concentraciones, generaron la necesidad de adaptar las normas para poder tomar en cuenta el principio de disminución global[52].

El 11 de junio de 2008 entró en vigencia la directiva actualizada de la UE (2008/50/CE), promulgada el 21 de mayo: "Calidad del aire ambiental y una atmósfera más limpia en Europa". En esta norma (por razones políticas) se confirmaron los valores límite para partículas finas ($PM_{2,5}$), pero además se introdujeron el principio de la disminución global[53] y parámetros adicionales para la calidad del aire respecto a las $PM_{2,5}$[54]. Concretamente, la norma indica en sus considerandos lo siguiente:

50 Bruckmann 2009.

51 Sin embargo, no se concretan en reglamentos específicos (Welge 2006).

52 Claßen *et al.* 2010.

53 Llamado gap closure (Bruckmann 2009).

54 BMUB 2008.

- (9) En los lugares donde la calidad del aire se encuentra dentro de los estándares de calidad de aire, esta debe mantenerse o mejorarse.
- (11) Las partículas finas ($PM_{2,5}$) tienen importantes repercusiones negativas para la salud humana. Además, aún no se ha fijado un umbral por debajo del cual las $PM_{2,5}$ resultan inofensivas. De tal manera, este contaminante no debe regularse del mismo modo que otros contaminantes atmosféricos. Debe tenderse a una reducción general de las concentraciones en el medio urbano para garantizar que amplios sectores de la población puedan disfrutar de una mejor calidad del aire. No obstante, con el fin de asegurar un grado mínimo de protección de la salud en todas las zonas, este enfoque debe combinarse con un valor límite, que en una primera etapa debe ir precedido de un valor objetivo.
- (30) [...] En particular, la presente Directiva trata de fomentar la integración en las políticas de la Unión Europea de un alto nivel de protección del medio ambiente y la mejora de su calidad de acuerdo con el principio de desarrollo sostenible, según dispone el artículo 37 de la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea.

Llama la atención, sin embargo, que el precepto de mejoramiento no se especifique en el artículo 12 (exigencias para áreas donde no se excede los valores límite) de la directiva 2008/50/CE, para exigir que haya cierta mejora sin importar la situación inicial. Más bien, se indica que, en todos los casos: "[...] los Estados miembros mantendrán los niveles de dichos contaminantes por debajo de los valores límite y se esforzarán por preservar la mejor calidad del aire, compatible con el desarrollo sostenible". Por otro lado, en Alemania el precepto de mejoramiento se emplea también para justificar la ampliación de las zonas de protección ambiental y para implementar normas más rígidas en estas[55]. Asimismo, se establece la conservación de la mejor calidad posible del aire como principio general para la planificación en el artículo 50 de la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones, en el artículo 26 de la versión número 39 del reglamento de esa norma (Conservación de la mejor calidad posible del aire) y en el artículo 1, párrafo 6, numeral 7, literal h, de la Ley de Edificaciones.

3.4 Relación entre las normas de planificación y las normas ambientales

Joachim Hartlik

En la aplicación de la prevención ambiental eficaz se distingue claramente entre las ponderaciones como parte de la legislación de planificación / aprobación de proyectos públicos y las "decisiones obligatorias" (sin discrecionalidad), por ejemplo según la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones:

55 Wichmann 2008; Bruckmann 2009.

- Por lo general, las normas orientadas a la prevención se pueden aplicar sin problemas en el contexto indicado anteriormente, en el marco de un proceso de planificación general integral y de un procedimiento de aprobación de proyectos públicos, dado que la autoridad encargada del trámite cuenta con mayores facultades para ponderar o rechazar el proyecto debido a la complejidad de la problemática.
- En el caso de permisos de control, como son los trámites de autorización basados en las disposiciones legales referidas a la protección contra inmisiones, el solicitante generalmente tiene derecho a obtener la autorización al cumplir determinadas exigencias legales. Dado que la autoridad dispone de menor margen para su interpretación, es más difícil exigir el cumplimiento de objetivos preventivos de calidad no obligatorios por ley[56].
- Incluso en los diferentes niveles de los procesos de planificación (nivel programa/nivel planificación, nivel ordenamiento territorial, nivel autorización) pueden existir diferentes parámetros e indicadores por la necesidad de concreción correspondiente a cada nivel.

Para la prevención ambiental eficaz, en concordancia con el principio indicado, se deben tomar en cuenta los temas de salud y evaluar los efectos relevantes para este bien a proteger así como los siguientes aspectos:

- Consideración de grupos vulnerables de la población.
- Consideración de indicadores que miden el bienestar.
- Consideración de efectos incluso debajo del umbral de peligro, es decir, usualmente por debajo de normas y valores límite vigentes.
- Consideración de la equivalencia de condiciones de vida, especialmente para áreas residenciales de nivel socioeconómico bajo.
- Consideración de afectación múltiple.

3.5 Resumen y conclusiones

Joachim Hartlik

Los principios de prevención y de protección son los pilares principales del derecho ambiental en Alemania. En este contexto, el término *riesgo* implica una molestia o una desventaja significativa al bien a proteger correspondiente. Los riesgos se caracterizan por una alta probabilidad de que dicho daño se presente. Las normas y los valores límite contenidos en las leyes sectoriales que se basan en el principio de protección solamente garantizan una calidad ambiental aceptable dejando de lado el principio de prevención. Por otro lado, los parámetros de las leyes sectoriales muchas veces son poco claros acerca de la escala de valores

56 Sin embargo, la jurisprudencia reciente considera también el principio de prevención tomando en cuenta la acumulación de efectos ambientales. Véase al respecto, por ejemplo, el ya citado fallo Trianel.

(protección del vecindario contra efectos nocivos, protección del bien común, etc.), lo que deja un amplio margen para su interpretación y especificación.

La prevención ambiental supera esta exigencia, considerando los daños que se puedan producir, sin determinar un nivel de probabilidad para estos eventos. La prevención ambiental también toma en cuenta los efectos ambientales negativos por debajo del nivel de daños, molestias y desventajas significativos. Se aplican los parámetros con mayor nivel de protección presentados, por ejemplo, en las normas nacionales o internacionales de instituciones reconocidas y representativas de la buena práctica profesional.

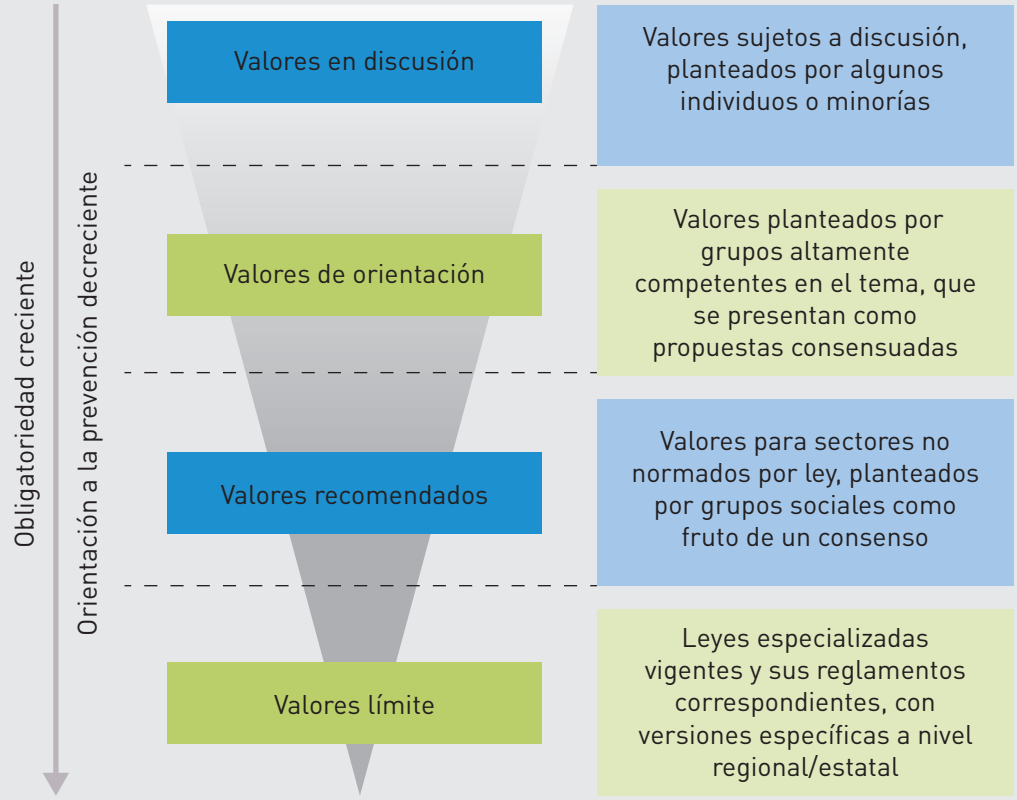
Existen diversas fuentes para consultar las exigencias de los parámetros para la evaluación de efectos sobre la salud. La tabla 1 enumera algunas fuentes adecuadas.

Tabla 1. Alemania: fuentes para los parámetros de evaluación

- Convenios y tratados internacionales ratificados.
- Directivas de la UE (en parte con efectos directos en caso de falta de aplicación a nivel nacional) u ordenanzas de la UE.
- Reglamentos de órganos nacionales o internacionales, por ejemplo, normas del Instituto Alemán de Normalización (DIN), del Comité de Normalización (EN), de la Organización Internacional de Normalización (ISO), de la Asociación Alemana para el Agua, las Aguas Residuales y los Residuos o del Colegio de Ingenieros de Alemania (VDI).
- Requisitos previos de tipo ambiental para conseguir la autorización, según figuran en leyes federales o regionales.
- Otros parámetros vinculantes por ley:
  - » En disposiciones legales sobre objetivos o prohibiciones (eventualmente en conexión con disposiciones legales de definición)
  - » En ordenanzas o estatutos municipales (objetivos municipales de calidad ambiental)
  - » En las guías del anexo I de la UVPG
  - » En los objetivos concretos a nivel territorial o profesional de las agencias de planificación territorial o sectorial (planificación estadual, regional, planeamiento urbanístico), al igual que en la planificación especializada (por ejemplo, planificación paisajista, uso económico de suelo según la Ley de Gestión de Recursos Hídricos [WHG], cartografía funcional de bosques, etc.).
- Directivas administrativas internas, guías, recomendaciones, etc.
- Jurisprudencia en casos similares: fallos de diferentes instancias (Tribunal de Justicia de la UE, Tribunal Federal Administrativo de Alemania, Tribunales Superiores Administrativos o Tribunales Administrativos de Alemania).
- Literatura especializada (publicaciones de trabajos de investigación, literatura "gris"), estudios de caso sobre proyectos y condiciones similares de ubicación.

En este contexto, es necesario exigir determinadas características para los parámetros con el fin de que cumplan con el rigor de una verdadera EIA y con el principio de prevención al evaluar los efectos ambientales. Dichas exigencias se listan a continuación.

Ilustración 6. Compromiso y fondo de prevención en las escalas de valores



Fuente: Adaptado de Kloke 1987.

OBLIGATORIEDAD Y LEGALIDAD

Los parámetros deben tener un nivel especialmente alto de obligatoriedad. Este es el caso de los valores de medición indicados en la legislación sectorial y en los reglamentos correspondientes, así como de los parámetros suficientemente concretos que figuran en las directivas y las ordenanzas de la Comunidad Europea (ilustración 6).

ORIENTACIÓN A LA PREVENCIÓN

Los valores límite y las disposiciones de las leyes sectoriales orientadas a la defensa contra peligros (protección) por lo general solo garantizan un mínimo de calidad ambiental, sin tomar en cuenta el principio de prevención de forma debida. Además del uso de estos valores límite de defensa contra peligros deberían aplicarse otros parámetros que garanticen un mayor nivel de protección, como los que figuran, por ejemplo, en reglamentos nacionales e internacionales de instituciones reconocidas y representativas de la buena práctica profesional.

Marco legal y de políticas en materia de salud ambiental en el Perú

4

Martha Aldana

4.1. Marco de políticas en materia de Salud ambiental

La Constitución Política del Perú (1993) estableció que el Estado debía determinar la política nacional del ambiente[57]. En cumplimiento de este mandato, en el mes de mayo de 2012, se aprobó la Política Nacional del Ambiente (PNA), mediante Decreto Supremo n.° 009-2012-MINAM.

El carácter transectorial[58] de la gestión ambiental implica que la actuación de las autoridades públicas con competencias y responsabilidades ambientales sea orientada, integrada, estructurada, coordinada y supervisada, con el objeto de efectivizar la dirección de las políticas, planes, programas y acciones públicas hacia el desarrollo sostenible del país, de acuerdo a los principios de la gestión ambiental.

Las autoridades ambientales ejercen las funciones a su cargo sobre la base de sus leyes correspondientes, de conformidad con la Política Ambiental Nacional y las políticas sectoriales, en el marco de los principios de la gestión ambiental establecidos en el marco de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental.

De acuerdo con lo señalado en la Ley General del Ambiente, la PNA es de obligatorio cumplimiento y tiene como propósito definir y orientar el accionar de las entidades del gobierno nacional, regional y local, así como del sector privado y la sociedad civil, en materia ambiental[59].

En la PNA se incluye la salud ambiental, tanto de manera transversal como también en diversos ámbitos temáticos. En ese sentido, uno de los objetivos específicos de la PNA consiste en:

> Asegurar una calidad ambiental adecuada para la salud y el desarrollo integral de las personas, previniendo la afectación de ecosistemas, recuperando ambientes degradados y promoviendo una gestión integrada de los riesgos ambientales, así como una producción limpia y ecoeficiente.

57 Constitución Política del Perú, artículo 67.

58 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Ley n.° 28245, artículos 4, 5 y 17.

59 Ley General del Ambiente. Ley n.° 28611, artículo 8.

A su vez, dentro del Eje de Política 2 sobre Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, se señala como objetivo:

> Incorporar criterios de ecoeficiencia y control de riesgos ambientales y de la salud en las acciones de los sectores público y privado.

Asimismo, en el ítem de Control Integrado de Contaminación correspondiente al mismo eje de política, se ha recogido el siguiente lineamiento:

> Incorporar criterios de salud ambiental y control de riesgos en los procesos de toma de decisiones y el manejo operativo, vinculados al control de la contaminación en sus distintas manifestaciones.

Al respecto, es importante resaltar el compromiso político de introducir criterios de salud ambiental y el control de riesgos en los procesos de toma de decisiones relacionados con la gestión ambiental. Por ello mismo, existe la necesidad de incluir estos aspectos en el ámbito de la evaluación de impacto ambiental (ver ítem 4.4. del presente documento)[60].

De forma adicional, la PNA estipula los siguientes Lineamientos de Política que son aplicables transversalmente en el ámbito de la calidad ambiental[61]:

- Contar con parámetros de contaminación para el control y mantenimiento de la calidad del agua, aire y suelo, considerando el aporte de las fuentes fijas y móviles.
- Realizar acciones para recuperar la calidad del agua, aire y suelos en áreas afectadas por pasivos ambientales.

Por su parte, en el ámbito del Sector Salud, se cuenta con la Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020, aprobada mediante Resolución Ministerial n.° 258-2011-MINSA. Esta política fue aprobada en calidad de documento técnico, tal como se señala en la norma de aprobación respectiva.

En este documento, se señala que le corresponde al Ministerio de Salud la obligación de garantizar la protección de la salud de las personas ante los riesgos en el ambiente. En línea con dicha obligación, esta autoridad debe priorizar la atención de los riesgos a la salud que implica la gestión del agua y saneamiento, los residuos sólidos, residuos peligrosos, la contaminación del aire y los riesgos ocupacionales.

Por esa razón, puede señalarse que la Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020 tiene la finalidad de contribuir a mejorar el estado de la salud, la calidad de vida de la población y el crecimiento económico del país, propiciando un entorno de vida saludable y previniendo la exposición a factores de riesgos sanitarios y ambientales[62].

Desde esa perspectiva, en el documento técnico de tal política nacional, se definen los lineamientos, objetivos y estrategias que se deben desarrollar en los próximos

60 Los diferentes ámbitos temáticos donde se desarrollan temas de salud ambiental serán abordados en lo relacionado a los determinantes de la salud presentados más adelante.

61 Política Nacional del Ambiente. Eje de Política 2. Gestión Integral de la Calidad Ambiental. Ítem 1 Control integrado de la contaminación ambiental.

62 Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020. Resolución Ministerial n.º 258-2011-MINSA. Introducción.

años, para reducir los riesgos ambientales relacionados a la salud, a efectos de mejorar el estado de salud y la calidad de vida de los ciudadanos de Perú.

La Política de Salud Ambiental se sustenta fundamentalmente en los siguientes principios[63]:

- **Respeto a la vida en un entorno saludable**
  La Autoridad de Salud, los agentes productivos y la sociedad en su conjunto, tienen el deber general de actuar respetando y promoviendo el derecho a la vida en un entorno saludable y al consumo de recursos y bienes inocuos, toda vez que la salud ambiental es implícita a las funciones esenciales de salud pública; y como tal, integra el contenido esencial del derecho constitucionalmente reconocido a la salud.
- **Enfoque preventivo**
  La Autoridad de Salud competente priorizará las actividades preventivas y de difusión de la Política y Legislación en Salud Ambiental, así como las actividades de los Sistemas de Prevención, Control de Riesgos y Peligros, involucrando a la sociedad civil organizada.
- **Decisiones basadas en evidencia científica**
  Las decisiones en materia de salud ambiental y las medidas para la gestión de los riesgos deben estar sustentadas en la evaluación de los riesgos, así como en la mejor evidencia científica disponible.
- **Facilitación del Comercio que fomenta la salud**
  La Autoridad de Salud debe asegurar la inocuidad de los alimentos y productos libres de sustancias nocivas que son objeto del comercio nacional e internacional, favoreciendo el intercambio comercial.
- **Transparencia y Participación**
  La población y los agentes productivos deben disponer de mecanismos de participación adecuados y de fácil acceso en temas de salud ambiental, siendo deber de las Autoridades de Salud de nivel nacional, regional y local brindar de manera oportuna, confiable y transparente, toda la información necesaria para que puedan ejercer dicha participación.

Conforme a los principios antes descritos, la Política Nacional de Salud Ambiental desarrolla los siguientes ámbitos temáticos:

- Asegurar la vigilancia de la calidad del agua y la inocuidad del agua para consumo humano de los ciudadanos del Perú.
- Garantía de la vigilancia de la inocuidad de los alimentos.
- Vigilancia de la calidad del aire para los ciudadanos del Perú.
- Vigilancia de peligros y alertas de salud ambiental (recursos hídricos, residuos sólidos, sustancias químicas, control de vectores, zoonosis, ambientes de trabajo saludables).
- Fortalecimiento de la descentralización en salud ambiental.

63 Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020. Resolución Ministerial n.° 258-2011-MINSA. Ítem 5.

- Garantizar la adecuada respuesta del Sector Salud en situaciones de emergencia y desastre.

Al respecto, en materia de calidad del aire, se señala que la Autoridad de Salud desarrollará estudios nacionales de costo efectividad que asocien la contaminación del aire y los daños a la salud, y que permitan establecer estrategias e intervenciones específicas de mejora de la calidad de aire para la protección de la salud[64]. Además, de conformidad con el marco legal vigente, la Autoridad de Salud puede proponer un conjunto de estándares de calidad del aire relacionados a la salud a la entidad competente, que en este caso es el Minam.

Sobre este aspecto en particular, se precisa además el objetivo estratégico de garantizar la vigilancia de la calidad sanitaria del aire, bajo los estándares establecidos por la Autoridad de Salud con el fin de disminuir los riesgos a la salud de los ciudadanos. Para cuyo efecto, se deben establecer estrategias de vigilancia de la calidad sanitaria del aire, que permitan implementar estados de alerta en los principales centros urbanos del país, a través de telemetría, investigaciones sobre los costos de la contaminación ambiental en la salud de los ciudadanos, entre otros[65].

En lo relacionado a vigilancia de peligros y alertas en salud ambiental, se señala también que la Autoridad Sanitaria deberá contar con un Sistema de Vigilancia Sanitaria de alertas en salud ambiental, para identificar aquellos riesgos ambientales que tengan impacto en la salud de los ciudadanos. En ese sentido, se han erigido un conjunto de objetivos estratégicos que plantean lo siguiente[66]:

- Asegurar la vigilancia de la calidad sanitaria de los recursos hídricos bajo los estándares establecidos por la Autoridad de Salud.
- Asegurar el manejo sanitario de los residuos sólidos, para prevenir el deterioro de la calidad sanitaria del aire, agua, suelo y proteger la salud de la población.
- Reducir los riesgos asociados al manejo de las sustancias químicas, en todo su ciclo de vida, producción, uso, transporte, almacenamiento y eliminación final, a fin de proteger la salud de los ciudadanos.
- Fortalecer la prevención y control de vectores y reservorios transmisores de enfermedades, así como de los factores de riesgo asociados a su dispersión y proliferación, generados por las deficiencias existentes en los servicios de saneamiento básico, migración permanente de la población y la modificación indiscriminada del medio ambiente.
- Mejorar la prevención de las zoonosis[67] de impacto en salud pública, incorporando modelos eficientes de intervención sanitaria basados en la prevención

64 Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020. Resolución Ministerial n.º 258-2011-MINSA. Ítem 7.3.

65 Ídem.

66 Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020. Resolución Ministerial n.º 258-2011-MINSA. Ítem 7.4.

67 Cabe mencionar que, según la Real Academia Española, el término zoonosis comprende aquellas enfermedades o infecciones que se dan en los animales y que son transmisibles al hombre en condiciones naturales.

y control de riesgos, priorizando a la población más vulnerable con enfoque de derecho e interculturalidad.
- Promover ambientes de trabajo saludables, donde los trabajadores y los empleadores colaboran en la aplicación de un proceso de mejora continua para proteger y promover la salud, la seguridad, el bienestar de todos los trabajadores y la sostenibilidad del ambiente de trabajo.

Cabe indicar que en la resolución que aprueba el plan en mención, se señala que corresponde a las Direcciones de Salud de Lima y a las Direcciones Regionales de Salud a nivel nacional, o quien haga sus veces en el ámbito regional, ser los responsables de la implementación, supervisión y aplicación dentro de sus respectivas jurisdicciones[68].

Según se puede advertir, el enfoque de la política en materia de salud enfatiza la vigilancia de los diversos riesgos ambientales, que actualmente comprende los ámbitos temáticos bajo la competencia de la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (Digesa) del Ministerio de Salud.

El presente documento se centra en los riesgos ambientales relacionados con el estado de la calidad del ambiente.

4.2 Salud ambiental en la legislación general

4.2.1. En la Constitución Política

De acuerdo con la Constitución Política del Perú, todos tienen derecho a la protección de su salud, la del medio familiar y la de la comunidad así como el deber de contribuir a su promoción y defensa[69].

Asimismo, se dispone que el Estado determina la política nacional de salud. El Poder Ejecutivo norma y supervisa su aplicación. Es responsable de diseñarla y conducirla en forma plural y descentralizadora para facilitar a todos el acceso equitativo a los servicios de salud[70].

De acuerdo con ello, la política nacional de salud estaría enfocada en la provisión de servicios de salud, el cual es un ámbito de intervención diferente a la gestión de los riesgos a la salud, derivados de la exposición a factores de riesgo ambiental. Ello se reafirma por el hecho que, tal como se ha indicado anteriormente, la Política Nacional de Salud Ambiental fue aprobada en calidad de Documento Técnico.

Cabe señalar que dentro del Título relativo al Régimen Económico, se señala que si bien el Estado estimula la creación de riqueza y garantiza la libertad de trabajo

68 Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020. Resolución Ministerial n.º 258-2011-MINSA, artículo 3.

69 Constitución Política, artículo 7.

70 Constitución Política, artículo 9.

y la libertad de empresa, comercio e industria; el ejercicio de estas libertades no debe ser lesivo a la moral, ni a la salud, ni a la seguridad públicas[71].

4.2.2. En la Ley General de Salud

La Ley General de Salud contiene regulaciones en materia de salud ambiental. En efecto, esta norma establece como responsabilidad del Estado vigilar, cautelar y atender los problemas de salud (entre otros)[72]. A su vez, se señala que nadie puede pactar contra las normas de salud en tanto son de orden público, y regulan, entre otros temas, la protección del ambiente para la salud[73].

A su vez, se establece que toda persona es responsable frente a terceros por los actos o hechos que originen contaminación del ambiente[74] y que la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente[75].

La Ley General de Salud también establece que toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente[76].

Si bien esta norma sirve de sustento legal para las intervenciones de la autoridad nacional en materia de salud ambiental, no ha sido objeto de desarrollo reglamentario en lo relacionado a las reglas antes señaladas; lo cual constituye una dificultad operativa para la efectiva implementación de esta normativa.

4.2.3. En la Ley General del Ambiente

La Ley General del Ambiente (LGA) respecto de la salud ambiental establece que la prevención de riesgos y daños a la salud de las personas es prioritaria en la gestión ambiental, y que es responsabilidad del Estado, a través de la Autoridad de Salud y de las personas naturales y jurídicas dentro del territorio nacional, contribuir a una efectiva gestión del ambiente y de los factores que generan riesgos a la salud de las personas[77]. A su vez, se establece que la Política Nacional de Salud incorpora la política de salud ambiental como área prioritaria, a fin de velar por la minimización de riesgos ambientales derivados de las actividades y materias comprendidas bajo el ámbito de este sector[78]. A la fecha no se cuenta con una Política Nacional de Salud formalmente aprobada.

71 Constitución Política, artículo 59.

72 Ley n.º 26842. Ley General de Salud. Título Preliminar, artículo V.

73 Ley n.º 26842. Ley General de Salud. Título Preliminar, artículo IX.

74 Ley n.º 26842. Ley General de Salud, artículo 18.

75 Ley n.º 26842. Ley General de Salud, artículo 103.

76 Ley n.º 26842. Ley General de Salud, artículo 104.

77 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 66.1.

78 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 66.2.

Asimismo, la LGA reconoce el derecho irrenunciable de toda persona a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país[79].

Lo relacionado a la protección de la salud también se encuentra ligado al concepto de ambiente, recogido en la LGA, la cual indica que toda mención hecha al "ambiente" o a "sus componentes" comprende a los elementos físicos, químicos y biológicos de origen natural o antropogénico que, en forma individual o asociada, conforman el medio en el que se desarrolla la vida, siendo los factores que aseguran la salud individual y colectiva de las personas, la diversidad biológica y el patrimonio asociado a ellos, entre otros[80].

A su vez, se señala que el objetivo de la Política Nacional del Ambiente es mejorar la calidad de vida de las personas, garantizando la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales en el largo plazo; y el desarrollo sostenible del país, mediante la prevención, protección y recuperación del ambiente y sus componentes, la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, de una manera responsable y congruente con el respeto de los derechos fundamentales de la persona[81].

En relación con la responsabilidad general de los titulares de operaciones (o actividades), la LGA refiere que estos son responsables por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generen sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de sus actividades[82]. Esta es una disposición normativa que, como veremos más adelante, se encuentra presente en los diversos reglamentos ambientales sectoriales.

En este contexto, la LGA refiere que el titular de operaciones debe adoptar prioritariamente medidas de prevención del riesgo y daño ambiental en la fuente generadora, así como las demás medidas de conservación y protección ambiental que corresponda en cada una de las etapas de sus operaciones[83].

Un aspecto particularmente relevante de la LGA en temas de salud ambiental, se encuentra en la regulación en materia de calidad ambiental. Al respecto, la LGA dispone que toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes[84].

79 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente. Título Preliminar I.

80 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 2.

81 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo .

82 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 7.

83 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 75.

84 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 113.

A su vez, se señala como objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental, a los siguientes[85]:

a. Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según corresponda, la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente, identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten.
b. Prevenir, controlar, restringir y evitar según sea el caso, actividades que generen efectos significativos, nocivos o peligrosos para el ambiente y sus componentes, en particular cuando ponen en riesgo la salud de las personas.
c. Recuperar las áreas o zonas degradadas o deterioradas por la contaminación ambiental.
d. Prevenir, controlar y mitigar los riesgos y daños ambientales procedentes de la introducción, uso, comercialización y consumo de bienes, productos, servicios o especies de flora y fauna.
e. Identificar y controlar los factores de riesgo a la calidad del ambiente y sus componentes.
f. Promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, las actividades de transferencia de conocimientos y recursos, la difusión de experiencias exitosas y otros medios para el mejoramiento de la calidad ambiental.

En cuanto a responsabilidad por daño ambiental, la LGA señala que aquél que mediante el uso o aprovechamiento de un bien o en el ejercicio de una actividad pueda producir un daño al ambiente, a la calidad de vida de las personas, a la salud humana o al patrimonio, está obligado a asumir los costos que se deriven de las medidas de prevención y mitigación de daño, así como los relativos a la vigilancia y monitoreo de la actividad y de las medidas de prevención y mitigación adoptadas[86].

Asimismo, la LGA regula determinados instrumentos de gestión ambiental con particular énfasis en el ámbito de la salud ambiental como son los estándares ambientales (Estándar de Calidad Ambiental-ECA[87] y Límites Máximos Permisibles-LMP[88]) y las normas transitorias de calidad ambiental de carácter especial[89]. Además, se regulan aspectos de salud ambiental en materia de acceso a la información ambiental[90], asentamientos poblacionales[91], planes de desarrollo[92],investigación ambiental científica y tecnológica[93], entre otros.

85 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 113.

86 Ley General del Ambiente. Ley n.º 28611, artículo 142.

87 De acuerdo con el artículo 31.1 de la Ley General del Ambiente, el Estándar de Calidad Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

88 De acuerdo con el artículo 32.1 de la Ley General del Ambiente, el Límite Máximo Permisible - LMP, es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

89 Regulado en el artículo 29 de la Ley General del Ambiente.

90 Ver artículo 43.1 de la Ley General del Ambiente.

91 Ver artículo 64 de la Ley General del Ambiente.

92 Ver artículo 68 de la Ley General del Ambiente.

93 Ver artículo 123 de la Ley General del Ambiente.

Por último, en los aspectos institucionales, la LGA reconoció que las entidades con roles transectoriales en el ámbito de la gestión ambiental, incluyendo a las que ejercen funciones en materia de salud ambiental (entre otras), les corresponde ejercer funciones de vigilancia, establecimiento de criterios y, de ser necesario, la expedición de opinión técnica previa para evitar los riesgos y daños de carácter ambiental, que comprometan la protección de los bienes bajo su responsabilidad. La obligatoriedad de dicha opinión técnica previa se establece mediante Decreto Supremo refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros y es regulada por la Autoridad Ambiental Nacional[94]. Esta es una facultad que no ha tenido desarrollo reglamentario en el ámbito de la salud ambiental.

Según se señala en la LGA, las autoridades con roles de carácter transectorial deben evaluar periódicamente las políticas, normas y resoluciones emitidas por las entidades públicas de nivel sectorial, regional y local, a fin de determinar su consistencia con las políticas y normas de protección de los bienes bajo su responsabilidad. En caso contrario, deben reportar sus hallazgos a la Autoridad Ambiental Nacional, a las autoridades involucradas y a la Contraloría General de la República, para que cada una de ellas ejerza sus funciones conforme a ley[95].

4.2.4. En la normativa sobre descentralización

La Ley de Bases de la Descentralización del año 2002, es la norma orgánica que desarrolla la Constitución Política en materia de descentralización, y en ese ámbito establece que la salud pública constituye una competencia compartida tanto en el ámbito de los gobiernos regionales[96], como también en el ámbito municipal[97].

Las competencias compartidas son aquellas en las que intervienen dos o más niveles de gobierno que comparten fases sucesivas de los procesos implicados[98]. En ese sentido, podría ocurrir, por ejemplo, que el nivel nacional regule la competencia y que el gobierno regional la ejecute.

En materia de salud ambiental, la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales del año 2002, señala que a los gobiernos regionales les corresponde la tarea de promover y preservar la salud ambiental de la región[99]. Asimismo, esta norma establece que a los gobiernos regionales les corresponde "formular, coordinar y supervisar estrategias que permitan controlar el deterioro ambiental y de salud en las ciudades y a evitar el poblamiento en zonas de riesgo para la vida y la salud, en coordinación con los Gobiernos Locales, garantizando el pleno respeto de los derechos constitucionales de las personas"[100].

94 Ley General del Ambiente. Ley n.º 28611, artículo 53.

95 Ley General del Ambiente. Ley n.º 28611, artículo 53.

96 Ley n.º 27783. Ley de Bases de la Descentralización, artículo 36 literal b.

97 Ley n.º 27783. Ley de Bases de la Descentralización, artículo 43 literal b.

98 Ley n.º 27783. Ley de Bases de la Descentralización, artículo 13.

99 Ley n.º 27867. Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, artículo 49 literal k.

100 Ley n.º 27867. Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, artículo 50 literal f.

Por su parte, la Ley Orgánica de Municipalidades del año 2003, dentro de las facultades de la autoridad municipal, reconoce la facultad de ordenar la clausura transitoria o definitiva de edificios, establecimientos o servicios cuando su funcionamiento esté prohibido legalmente o constituya peligro o riesgo para la seguridad de las personas y la propiedad privada o la seguridad pública: o cuando infrinjan las normas reglamentarias o de seguridad del sistema de defensa civil, o produzcan olores, humos, ruidos u otros efectos perjudiciales para la salud o la tranquilidad del vecindario[101].

A su vez se señala que el ejercicio de las competencias y funciones específicas de las municipalidades se realiza de conformidad y con sujeción a las normas técnicas sobre la materia. En particular, las autoridades municipales pueden ordenar la clausura transitoria o definitiva de edificios, establecimientos o, servicios cuando su funcionamiento esté prohibido legalmente y constituya peligro, o cuando estén en contra de las normas reglamentarias o de seguridad de defensa civil, o produzcan olores, humos, ruidos u otros efectos perjudiciales para la salud o tranquilidad del vecindario[102].

La temática ambiental en la Ley Orgánica de Municipalidades, se encuentra regulada en el artículo 80 que trata, de manera conjunta, tanto los temas de saneamiento como también de salubridad y salud. Al respecto, se señalan las siguientes competencias:

1. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales.

1.1 Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.
1.2 Regular y controlar la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.

2. Funciones específicas compartidas de las municipalidades provinciales.

2.1 Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.
2.2 Los procesos de concesión son ejecutados por las municipalidades provinciales del cercado y son coordinados con los órganos nacionales de promoción de la inversión, que ejercen labores de asesoramiento.
2.3 Proveer los servicios de saneamiento rural cuando estos no puedan ser atendidos por las municipalidades distritales o los centros poblados rurales, y coordinar con ellos para la realización de campañas de control de epidemias y sanidad animal.
2.4 Difundir programas de saneamiento ambiental en coordinación con las municipalidades distritales y los organismos regionales y nacionales pertinentes.

101 Ley n.º 27972. Ley Orgánica de Municipalidades, artículo 49.

102 Ley n.º 27972. Ley Orgánica de Municipalidades, artículo 78.

2.5 Gestionar la atención primaria de la salud, así como construir y equipar postas médicas, botiquines y puestos de salud en los centros poblados que los necesiten, en coordinación con las municipalidades distritales, centros poblados y los organismos regionales y nacionales pertinentes.
2.6 Realizar campañas de medicina preventiva, primeros auxilios, educación sanitaria y profilaxis local.

3. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades distritales.

3.1 Proveer del servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de desperdicios.
3.2 Regular y controlar el aseo, higiene y salubridad en los establecimientos comerciales, industriales, viviendas, escuelas, piscinas, playas y otros lugares públicos locales.
3.3 Instalar y mantener servicios higiénicos y baños de uso público.
3.4 Fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente.
3.5 Expedir carnés de sanidad.

4. Funciones específicas compartidas de las municipalidades distritales.

4.1 Administrar y reglamentar, directamente o por concesión, el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando estén en capacidad de hacerlo.
4.2. Proveer los servicios de saneamiento rural y coordinar con las municipalidades de centros poblados para la realización de campañas de control de epidemias y control de sanidad animal.
4.3. Difundir programas de saneamiento ambiental en coordinación con las municipalidades provinciales y los organismos regionales y nacionales pertinentes.
4.4. Gestionar la atención primaria de salud, así como construir y equipar postas médicas, botiquines y puestos de salud en los centros poblados que los necesiten, en coordinación con las municipalidades provinciales, los centros poblados y los organismos regionales y nacionales pertinentes.
4.5.Realizar campañas locales sobre medicina preventiva, primeros auxilios, educación sanitaria y profilaxis.

En el marco del SNGA, también se establece que los Gobiernos Regionales y Municipales ejercen sus funciones ambientales sobre la base de sus leyes correspondientes, en concordancia con las políticas, normas y planes nacionales y sectoriales, en el marco de los principios de la gestión ambiental.

A continuación, se presenta el estado de la legislación peruana en materia de regulación de los principales determinantes de la salud, considerados estos como los factores de riesgo para la salud de las personas que se relacionan con el estado de la calidad del ambiente.

4.3 Regulación de determinantes de la salud

4.3.1. Calidad del agua

La Política Nacional del Ambiente, en materia de calidad del agua, señala los siguientes Lineamientos de Política[103]:

- Impulsar una adecuada calidad ambiental de los cuerpos de agua del país de acuerdo a estándares que permitan evitar riesgos a la salud y al ambiente.
- Promover el conocimiento científico y tecnológico de las medidas de prevención y los efectos de la contaminación del agua, sobre la salud de las personas, los ecosistemas y los recursos naturales.

Por su parte, en la Ley General del Ambiente se establece que el Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reuso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán[104].

Sobre el particular, mediante la Ley de Recursos Hídricos del año 2009, se establece la normativa que regula el uso y gestión integrada del agua, comprendiendo al agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Dicha normativa también se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable[105].

Dentro de los principios que rigen el uso y gestión de los recursos hídricos, la Ley en mención recoge el Principio de Sostenibilidad, el cual señala que el Estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran[106].

Entre los instrumentos de gestión ambiental en materia de calidad del agua, se encuentra el establecimiento de Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y las disposiciones y programas para su implementación, así como el desarrollo de actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso[107]. El ECA-Agua fue aprobado por el Ministerio del Ambiente en el año 2008[108], y en el año 2015 fue objeto de modificación[109]. A su vez, cuenta con una normativa que regula su implementación[110].

---

103 Política Nacional del Ambiente. Eje de Política 2. Gestión Integral de la Calidad Ambiental. Ítem 2 Calidad del Agua.

104 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 120.2.

105 Ley n.º 29338. Ley de Recursos Hídricos. Título Preliminar, artículo I.

106 Ley n.º 29938. Ley de Recursos Hídricos, artículo 3. Ítem 6.

107 Ley n.º 29938. Ley de Recursos Hídricos, artículo 76.

108 Mediante Decreto Supremo n.º 002-2008-MINAM. Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

109 Mediante Decreto Supremo n.º 015-2015-MINAM. Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación.

110 Decreto Supremo n.º 023-2009-MINAM. Aprueban Disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. Cabe indicar que esta norma también fue objeto de modificación por el Decreto Supremo n.º 015-2015-MINAM.

Respecto de la regulación de la calidad de los efluentes que son vertidos en las fuentes naturales de agua, se cuenta con Límites Máximos Permisibles (LMP) que fueron establecidos considerando las particularidades de los efluentes de cada actividad sectorial.

Los LMP de efluentes actualmente vigentes en nuestro país, son los siguientes:

Sector	actividades	Norma aprobatoria	Fecha
Minería	Actividades minero metalúrgicas	Decreto Supremo n.º 010-2010-MINAM	21/08/2010
Hidrocarburos	Actividades de hidrocarburos	Decreto Supremo n.º 037-2008-PCM	14/05/2008
Electricidad	Actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	Resolución Directoral n.º 008-97-EM/DGAA	17/03/1997
Industria Manufacturera	Actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel	Decreto Supremo n.º 003-2002-PRODUCE	04/10/2002
Pesquería	Industria de harina y aceite de pescado	Decreto Supremo n.º 10-2008-PRODUCE	30/04/2008
Vivienda	Efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales	Decreto Supremo n.º 003-2010-MINAM	17/03/2010

Cabe indicar que, actualmente, tanto los ECA como también los LMP, son objeto de aprobación mediante Decreto Supremo del Ministerio del Ambiente (MINAM)[111], y deben contar con el refrendo de los sectores vinculados, emitido en función a criterios de protección a la salud y el ambiente, así como sobre la base de un análisis de impacto regulatorio y económico de las industrias y poblaciones involucradas[112].

Aparte de los instrumentos antes referidos, también se cuenta con la autorización de vertimiento, que es un permiso ambiental emitido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) con la previa opinión técnica favorable de la Autoridad Ambiental[113] y la Autoridad de Salud[114]. Mediante dicha opinión, se autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina.

111 Decreto Legislativo n.º 1013. Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, artículo 7, literal d).

112 Ley n.º 30327. Ley que establece medidas tributarias, simplificación de procedimientos y permisos para la promoción y dinamización de la inversión en el país, artículo 23.

113 De acuerdo, Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado mediante Decreto Supremo n.º 001-2010-AG, la opinión que debería emitir esta autoridad se traduce en el requisito de contar con la certificación ambiental previa como requisito para la obtención de la autorización de vertimiento.

114 Con el Decreto Legislativo 1285, del 29.12.16, se ha dejado sin efecto el requerimiento de contar con las indicadas opiniones previas para obtener la autorización de vertimiento; quedando por tanto su emisión enteramente a cargo de la AN.

Para el otorgamiento del permiso requerido, el instrumento de gestión ambiental debe contemplar que las aguas residuales sean sometidas a los tratamientos previos necesarios, y que se compruebe que las condiciones del cuerpo receptor permiten los procesos naturales de purificación[115].

En relación con los vertimientos, la LGA refiere que el Estado emite en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad desarrollada por personas naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes[116].

En este contexto, de acuerdo a la LGA, las empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas, productivas, de comercialización u otras que generen aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento, a fin de reducir sus niveles de contaminación hasta niveles compatibles con los LMP, los ECA y otros estándares establecidos en instrumentos de gestión ambiental, de conformidad con lo regulado en las normas legales vigentes[117].

Otro permiso similar es la "autorización de reuso de agua residual tratada[118]" que también es competencia de la ANA; y constituye un requerido cuando al agua residual a ser reutilizada, se le da un uso distinto al derecho de agua otorgado[119]. Puede autorizarse el reuso de aguas residuales, siempre que: (i) estas sean sometidas a tratamientos previos y cumplan con los parámetros de calidad establecidos para los usos sectoriales, cuando corresponda; y, (ii) no se ponga en peligro la salud humana y el normal desarrollo de la flora y fauna o afecte otros usos[120].

Cabe señalar que en el caso de ambos permisos (autorización de vertimiento y autorización de reuso de agua residual tratada), la Ley de Recursos Hídricos estableció el requisito de contar con la previa aprobación del instrumento de gestión ambiental. Sin embargo, ello genera en la práctica la necesidad de tramitar procedimientos sucesivos, toda vez que debía obtenerse primero la certificación ambiental, para luego proceder con la obtención de estos permisos en materia de aguas. Este esquema ha variado, de cierta forma, con la normatividad referida a la Certificación Ambiental Global[121], la cual permite la obtención de la certificación ambiental mientras se tramitan, en paralelo, diversos permisos ambientales (incluidos los permisos en materia de aguas).

Otro mecanismo que permite gestionar la calidad del agua, se ve reflejado en la intervención de la autoridad nacional del agua (ANA) dentro de los procedimientos,

115 Ley n.º 2993829939. Ley de Recursos Hídricos, artículo 80.

116 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 121.

117 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 122.3.

118 Ley n.º 29939. Ley de Recursos Hídricos, artículo 82.

119 Decreto Supremo n.º 001-2010-AG. Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, artículo 149.

120 Decreto Supremo n.º 001-2010-AG. Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, artículo 148.

121 Ley n.º 30327. Ley de Promoción de las Inversiones para el Crecimiento Económico y Desarrollo Sostenible.

para la revisión y aprobación de instrumentos de gestión ambiental (o estudios ambientales) comprendidos en el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). De acuerdo con ello, la Ley de Recursos Hídricos dispone que en los estudios ambientales relacionados con los recursos hídricos, se requiera contar con la previa opinión favorable de la ANA[122].

De esta manera, se busca asegurar que los estudios ambientales incorporen el adecuado análisis de los impactos ambientales de las actividades sobre los recursos hídricos, así como la identificación de las medidas de prevención, mitigación o compensación ambiental que correspondan, de acuerdo a la naturaleza del proyecto y la potencial afectación al recurso hídrico que de este se pueda derivar.

De forma complementaria, en materia de protección de la calidad del agua, en la legislación de aguas se ha establecido la prohibición del vertimiento de sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. De acuerdo con la Ley de Recursos Hídricos, la Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la ANA, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas. Ello, hasta la fecha no se ha dado y, por tanto, no existe normativa que haya determinado cuáles serían estas sustancias y residuos prohibidos de ser vertidos[123].

4.3.2. Calidad del aire, ruidos y vibraciones

En materia de calidad del aire, no se cuenta con una normativa transversal especial que regule este tema en particular. No obstante ello, en la LGA, en relación con la protección de la calidad del aire, se establece que las autoridades públicas, en el ejercicio de sus funciones y atribuciones, adoptan medidas para la prevención, vigilancia y control ambiental y epidemiológico, a fin de asegurar la conservación, mejoramiento y recuperación de la calidad del aire, según sea el caso, actuando prioritariamente en las zonas en las que se superen los niveles de alerta por la presencia de elementos contaminantes, debiendo aplicarse planes de contingencia para la prevención o mitigación de riesgos y daños sobre la salud y el ambiente[124].

En cuanto a estándares ambientales, se cuenta con los ECA de Aire para los contaminantes material particulado PM_{10}, dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO), plomo (valor mensual) y ozono (O_3), aprobados el año 2001, que fueron los primeros estándares ambientales regulados en nuestro país[125].El año 2003 se estableció el valor anual de concentración del plomo[126]. Posteriormente se establecieron ECA para los contaminantes material

122 Ley n.º 29939. Ley de Recursos Hídricos, artículo 81.

123 En el ámbito de la regulación de la descarga de aguas residuales domésticas, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ha establecido los Valores Máximos Admisibles (VMA) para la descarga en el sistema de alcantarillado sanitario (mediante Decreto Supremo n.º 021-2009-VIVIENDA). El Anexo 2 de esta norma establece parámetros que en caso sean excedidos, corresponde disponer la suspensión del servicio de saneamiento.

124 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 118.

125 Aprobado mediante Decreto Supremo n.º 074-2001-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

126 Mediante Decreto Supremo n.º 069-2003-PCM.

particulado $PM_{2,5}$, benceno, hidrocarburos totales (expresados como hexano) y se actualizó el valor promedio diario de SO_2[127].

Entre los instrumentos y medidas establecidos para que una Zona de Atención Prioritaria alcance los estándares de calidad ambiental del aire en un plazo determinado se encuentran los Planes de Acción para la mejora de la calidad del aire, los cuales contienen medidas de corto, mediano y largo plazo Estos planes son aprobados por la autoridad ambiental nacional a propuesta de los Grupos de Estudio Técnico Ambiental GT-GESTA Zonal de Aire, respectivos.

Inicialmente, en el 2001, se establecieron 13 zonas de atención prioritaria: Arequipa, Pasco, Chiclayo, Chimbote, Cusco, Huancayo, Ilo, Iquitos, La Oroya, Lima-Callao, Pisco, Piura y Trujillo[128]. A partir del año 2012, se han sumado 18 nuevas Zonas de atención prioritaria, debido a la situación que atraviesa su cuenca atmosférica. Se trata de cuencas atmosféricas comprendidas en el ámbito geográfico de las provincias de Abancay, Utcubamba, Cajamarca, Chachapoyas, Huamanga, Huancavelica, Huánuco, Huaraz, Ica, San Román, Mariscal Nieto, Moyobamba, Tarapoto, Tumbes, Coronel Portillo, Tambopata, Puno y Tacna[129].

Para enfrentar los episodios de contaminación aguda se cuenta con el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire aprobado el año 2003, modificado el año 2005[130], el cual estableció la identificación de los estados de cuidado, peligro y emergencia[131] en función al nivel de presencia de contaminantes críticos[132] en el ambiente.

Esta norma estableció cuáles eran las Zonas de Atención Prioritaria donde esta normativa era aplicable, siendo que en dichas zonas corresponde que los GESTA Zonal de Aire, elaboren un plan de contingencia que desarrolle las medidas inmediatas que deberán ejecutarse para cada uno de los niveles de alerta. Estos planes requieren la aprobación de la autoridad ambiental nacional[133].

A su vez, en este Reglamento se creó la figura de los "macroemisores"[134], señalándose que estos se encuentran obligados, entre otras cosas, a establecer una

127 Mediante Decreto Supremo n.º 003-2008-MINAM.

128 En el Anexo 4 del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire aprobado mediante Decreto Supremo n.º 074-2001-PCM.

129 Mediante la Resolución Ministerial n.º 339-2012-MINAM.

130 Decreto Supremo n.º 012.2005-SA.

131 Decreto Supremo n.º 009-2003-SA. Aprueban el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire, artículo 2.

132 Decreto Supremo n.º 009-2003-SA. Aprueban el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire, artículo 3. Se consideran como contaminantes críticos a: material particulado, dióxido de azufre, monóxido de carbono y sulfuro de hidrógeno.

133 Decreto Supremo n.º 009-2003-SA. Aprueban el Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire, artículo 6.

134 De acuerdo con el Artículo 8 del Reglamento de los Niveles de Estados de Alerta Nacionales para Contaminantes del Aire (aprobado mediante Decreto Supremo n.º 009-2003-SA), se considera macroemisores de contaminantes provenientes de fuentes fijas: 1. A los titulares de actividades de una fuente fija que sean responsables de más del 25 % de las emisiones de un contaminante crítico dentro de la jurisdicción de una Zona de Atención Prioritaria. 2. Al conjunto de titulares de dos o más fuentes fijas del mismo ramo productivo que generen emisiones superiores al 50 % de un contaminante crítico de una Zona de Atención Prioritaria.

red de monitoreo automático de calidad del aire para contaminantes críticos[135]. La información generada al respecto, podrá ser utilizada por la autoridad de salud para declarar el estado de alerta que corresponda al nivel de contaminación alcanzado.

Los LMP de emisiones actualmente vigentes en nuestro país, son los siguientes:

Sector	Actividades	Norma aprobatoria	Fecha
Minería	Actividades minero metalúrgicas	Resolución Ministerial n.º 315-96-EM-VMM	19/07/1996
Hidrocarburos	Actividades de hidrocarburos	Decreto Supremo n.º 014-2010-MINAM	07/10/2010
Industria Manufacturera	Emisiones de los hornos de la industria cementera	Decreto Supremo n.º 003-2002-PRODUCE	04/10/2002
Pesquería	Industria de harina y aceite de pescado	Decreto Supremo n.º 011-2009-MINAM	16/05/2009
Transporte	Emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial	Decreto Supremo n.º047-2001-MTC	31/10/2001
		Decreto Supremo n.º 009-2012-MINAM	18/12/2012
		Decreto Supremo n.º 004-2013-MINAM	30/05/2013
		Decreto Supremo n.º 009-2015-MINAM	07/08/2016
		Decreto Supremo n.º 014-2016-MINAM	06/11/2016

En relación con la regulación en materia de ruidos, la Ley General del Ambiente señala que las autoridades sectoriales son responsables de normar y controlar los ruidos de las actividades que se encuentran bajo su regulación, de acuerdo con lo dispuesto en sus respectivas leyes de organización y funciones[136]. Del mismo modo, respecto de los gobiernos locales, establece que estos son responsables de normar y controlar los ruidos y vibraciones originados por las actividades domésticas y comerciales, así como por las fuentes móviles, debiendo establecer la normativa respectiva sobre la base de los ECA[137].

En el tema de ruido, se cuenta con una norma que regula los estándares de calidad ambiental (ECA ruido)[138], que toma en cuenta las zonas de aplicación[139] y horarios[140].

135 Esta norma califica como contaminantes críticos a los siguientes: material particulado, dióxido de azufre, monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno.

136 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 115.1.

137 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 115.2.

138 Decreto Supremo n.º 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

139 Zona de protección especial, zona residencial, zona comercial y zona industrial.

140 Diurno o nocturno.

Al respecto, se ha establecido que las municipalidades identificarán zonas críticas de contaminación sonora ubicadas en su jurisdicción, donde se priorizará la aplicación de medidas necesarias para alcanzar los estándares antes referidos. Además, se regula la figura de los Planes de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora, el cual debe contemplar las políticas y acciones necesarias para alcanzar los estándares establecidos.

En el ámbito sectorial, si bien la normativa que aprobó el ECA ruidoestableció el mandato para que se emitiera normativa sectorial que regule los ruidos generados en el desarrollo de actividades económicas, a la fecha todavía no se cuenta con esta regulación sectorial.

En cuanto a la regulación en materia de vibraciones, no se cuenta con normativa específica que desarrolle los estándares y obligaciones en esta materia en particular, además de lo regulado sobre la materia en la LGA que señala que las autoridades sectoriales son responsables de normar y controlar las vibraciones de las actividades que se encuentran bajo su regulación, de acuerdo a lo dispuesto en sus respectivas leyes de organización y funciones[141]. Esta normatividad todavía no ha sido emitida.

4.3.3. Residuos sólidos[142]

La LGA, en materia de residuos sólidos, señala que la gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. A su vez, se establece que la gestión de los residuos sólidos distintos a los antes mencionados son de responsabilidad del generador hasta su adecuada disposición final, bajo las condiciones de control y supervisión establecidas en la legislación vigente[143].

La norma que regula la gestión de residuos sólidos en el país es la Ley General de Residuos Sólidos (LGRRSS), Ley n.º 27314, su modificatoria el Decreto Legislativo n.º 1065 y su reglamento, aprobado por Decreto Supremo n.º 057-2004-PCM. Esta es una normativa de naturaleza transversal, es decir, que es aplicable a la gestión de residuos sólidos en todos los ámbitos productivos y de servicios, comprendiendo tanto a los residuos sólidos como también a los semisólidos, quedando exceptuados únicamente aquellos de naturaleza radioactiva[144].

La normativa nacional en materia de residuos sólidos tiene por objeto asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana[145].

---

141 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 115.1.

142 Para la fecha de publicación del presente documento se aprobó un nuevo régimen legal en materia de residuos sólidos mediante decreto legislativo n.° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la cual modifica los roles asignados a la autoridad de salud en materia de residuos sólidos. Para febrero de 2017 esta norma no se encuentra reglamentada.

143 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 119.

144 Que son regulados por el Instituto Peruano de Energía Nuclear.

145 Ley n.º 27314. Ley General de Residuos Sólidos, artículo 1.

Dentro de los lineamientos de política de esta normativa, destaca el referido a la necesidad de adoptar medidas de minimización de residuos sólidos en todo el ciclo de vida de los bienes y servicios, a través de la máxima reducción de sus volúmenes de generación y características de peligrosidad[146]. Además, es importante mencionar la regulación de un sistema de responsabilidad compartida y de manejo integral de los residuos sólidos desde la generación hasta su disposición final, a fin de evitar situaciones de riesgo e impactos negativos a la salud humana y el ambiente[147].

La LGRRSS establece que el manejo de residuos sólidos realizado por toda persona natural o jurídica, deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado, con sujeción a los principios de prevención de impactos negativos y protección de la salud, así como a los lineamientos de política establecidos[148].

En cuanto a los residuos peligrosos, se establece que son aquellos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente[149]. Cuando se prevean riesgos significativos que pongan en peligro la salud de la población o la calidad ambiental, las autoridades sectoriales competentes podrán disponer que los generadores o los responsables por el manejo de estos residuos contraten una póliza de seguro que cubra las operaciones de manejo de tales residuos[150]. En lo relacionado a los derechos de la población en materia de residuos sólidos, la LGRRSS reconoce el derecho a la protección de su salud y entorno ambiental frente a los riesgos o daños que se puedan producir durante todas las operaciones de manejo de residuos sólidos, incluyendo los del ámbito de la gestión no municipal[151].

Si el manejo de residuos sólidos representa riesgos significativos para la salud de las personas o el ambiente, la LGRRSS señala que tanto las autoridades sectoriales como municipales se encuentran facultadas para imponer medidas de seguridad[152].

A su vez, la autoridad de salud se encuentra facultada para declarar la emergencia sanitaria[153] en los casos de graves riesgos o daños a la salud de la población generados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos.

Como instrumentos de gestión desarrollados en esta normativa, se encuentran los documentos de gestión de residuos sólidos que son exigibles a los generadores, tales como la Declaración Anual de Manejo de Residuos Sólidos (que debe presentarse dentro de los primeros 15 días hábiles del año siguiente), el Plan

146 Ley n.º 27314. Ley General de Residuos Sólidos, artículo 4, numeral 2.

147 Ley n.º 27314. Ley General de Residuos Sólidos, artículo 4, numeral 3.

148 Ley n.º 27314. Ley General de Residuos Sólidos, artículos 13 y 16. Decreto Supremo n.º 057-2004-PCM, artículo 9.

149 Ley n.º 27314. Ley General de Residuos Sólidos, artículo 22.1.

150 Ley n.º 27314. Ley General de Residuos Sólidos, artículo 2.

151 Ley n.º 27314. Ley General de Residuos Sólidos, artículo 40.

152 Ley n.º 27314. Ley General de Residuos Sólidos, artículo 47. De acuerdo a esta norma, estas medidas son: 1. Aislamiento de áreas o instalaciones. 2. Suspensión parcial o total de actividades o procedimientos. 3. Decomiso. 4. Alerta a través de medios de difusión masiva.

153 Ley n.º 27314. Ley General de Residuos Sólidos, artículo 7, numeral 5. Decreto Supremo n.º 057-2004-PCM. Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, artículo 6, numeral 1, literal f.

Anual de Manejo de Residuos Sólidos (que debe presentarse en el caso que se haya modificado lo señalado en el plan de manejo de residuos sólidos que forma parte del instrumento de gestión ambiental[154], dentro de los primeros 15 días hábiles del año siguiente[155]) y los Manifiestos de Manejo de Residuos Sólidos (que deben presentar dentro de los quince primeros días de cada mes, los acumulados del mes anterior; cuando se trate de operaciones de traslado de residuos peligrosos fuera de las instalaciones del generador).

Además, se cuenta con la figura de las empresas prestadoras (EPS-RS) y empresas comercializadoras de residuos sólidos (EC-RS), que se encuentran a cargo de la prestación de servicios de residuos sólidos así como de su comercialización, respectivamente, y deben estar registradas ante la autoridad de salud.

En relación con los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), existe una normativa especial[156] que dispone el mandato para que los generadores deban segregar este tipo de residuos y entregarlos a sistemas de manejo establecidos. Asimismo, respecto de los productores de este tipo de residuos, señala la obligación de presentar un plan de manejo a la autoridad sectorial competente para su aprobación y el deber de implementarlo, así como de proveer de información a sus clientes sobre el manejo ambiental de los RAEE.

4.3.4. Contaminación del suelo

Respecto de la protección del recurso suelo, la LGA indica que el Estado es responsable de promover y regular el uso sostenible del recurso suelo, buscando prevenir o reducir su pérdida y deterioro por erosión o contaminación[157].

En el año 2013, se establecieron los ECA para suelo que son aplicables a todo proyecto u actividad cuyo desarrollo genere o pueda generar riesgos de contaminación del suelo[158]. En el 2014, se dictaron disposiciones complementarias para la aplicación de estos ECA[159].

Esta normativa estableció la figura del Plan de Descontaminación de Suelos (PDS)[160], el cual es un instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad remediar los impactos ambientales originados por actividades presentes o pa-

154 La norma también señala que para aquellos titulares de proyectos que no están sujetos a las normas del SEIA, los planes de manejo de residuos sólidos del ámbito de gestión no municipal, presentados a la autoridad correspondiente y a la entidad de fiscalización ambiental para su revisión y aprobación, deben ser presentados en caso de que existan modificaciones, no pudiendo ser exigidos en ningún otro supuesto.

155 Esta nueva regla obedece a lo señalado en el artículo 15 de la Ley n.º 30327, Ley de Promoción de las Inversiones para el Crecimiento Económico y el Desarrollo Sostenible.

156 Decreto Supremo n.º 001-2012-MINAM. Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Mediante Resolución Ministerial n.º 200-2015- MINAM, se establecieron disposiciones complementarias a este Reglamento, estableciéndose plazos y metas anuales de manejo de estos residuos por parte de los productores.

157 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 9.

158 Decreto Supremo n.º 002-2013-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, artículo 2.

159 Decreto Supremo n.º 002-2014-MINAM. Aprueban disposiciones complementarias para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

160 Mediante la Resolución Ministerial n.º 085-2014-MINAM se aprobó la Guía para el Muestreo de Suelos y la Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos.

sadas en los suelos[161]. Los PDS deben ser aprobados por la autoridad competente[162], y se aplican cuando se determina la existencia de sitios contaminados, calificados como lugares que representan un riesgo para la salud humana o el ambiente debido a la presencia de sustancias químicas contaminantes provenientes de actividades humanas[163]. El MINAM ha aprobado una guía para el muestreo de suelos y otra guía para la elaboración de los PDS[164].

Para tales efectos, se han establecido las siguientes fases[165]:

a. **Fase de Identificación.** Tiene por objeto establecer si un determinado sitio supera o no los ECA para suelo o los niveles de fondo[166]. Para tales efectos, el administrado debe presentar un Informe de Identificación de Sitios Contaminados para su aprobación por la autoridad ambiental competente, que con la emisión del acto administrativo correspondiente determina el inicio de la fase de caracterización[167].
b. **Fase de caracterización**. Luego de identificada una superación, en esta fase se busca determinar la extensión y profundidad de la contaminación del sitio, lo cual se expresa en el PDS que incorpora la propuesta de acciones de remediación, y que debe ser presentado a la autoridad competente para su evaluación y aprobación.
c. **Fase de remediación**. Esta fase tiene por objeto ejecutar las acciones de remediación consignadas en el PDS, para eliminar los riesgos a la salud y el ambiente o reducirlos a niveles aceptables.

Además, corresponde que el titular realice un Estudio de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA), como parte del PDS.En estos casos, la autoridad competente requerirá de la opinión técnica favorable de la Autoridad de Salud, respecto de los riesgos a la salud humana, como requisito para la aprobación del PDS[168].

El ERSA se elabora sobre la base de los resultados de la fase de identificación, y tiene como objetivo analizar y proponer los niveles de remediación específicos del

161 Decreto Supremo n.º 002-2013-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Anexo 2.

162 Decreto Supremo n.º 002-2013-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, artículo 8.

163 Decreto Supremo n.º 002-2013-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Anexo 2.

164 Aprobada mediante Resolución Ministerial n.º 085-2014-MINAM.

165 Decreto Supremo n.º 002-2014-MINAM. Aprueban disposiciones complementarias para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, artículo 2.

166 Se entiende como nivel de fondo a la concentración en el suelo de los químicos regulados en el ECA para Suelo que no fueron generados por la actividad objeto de análisis o fueron generados por alguna fuente ajena a la actividad bajo análisis.

167 Decreto Supremo n.º 002-2014-MINAM. Aprueban disposiciones complementarias para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, artículo 5. Este tema también ha sido objeto de regulación en el Decreto Supremo n.º 013-2015-MINAM, Dictan reglas para la presentación y evaluación de Informe de Identificación de Sitios Contaminados.

168 Decreto Supremo n.º 002-2013-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, artículo 8.

sitio contaminado, así como otras medidas orientadas a lograr un riesgo aceptable para la salud y el ambiente[169].

El MINAM aprobó una Guía para la elaboración de estos estudios[170], donde se señala que los ERSA tienen por objeto definir si la contaminación existente en un sitio representa un riesgo tanto para la salud humana como para el ambiente, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable y las acciones de remediación que resulten necesarias[171].

La Guía señala que la evaluación de riesgos en salud humana comprende el proceso de determinar la naturaleza y probabilidad de efectos adversos en seres humanos, que pueden ser expuestos a químicos en medios ambientales contaminados actualmente o en el futuro[172].La evaluación de riesgos determina si el riesgo que enfrentan potenciales receptores por estar expuestos a ciertos tóxicos en el ambiente de un sitio contaminado, es tolerable o no[173]; así como cuál debe ser el nivel de concentración de un químico de interés, definido de manera específica para las condiciones del sitio contaminado (nivel de remediación específico)[174].

Al término del plazo establecido en el PDS para la ejecución de acciones de remediación de suelos, el titular debe realizar el muestreo de comprobación a efectos de demostrar que se cumplieron las obligaciones establecidas en este plan. Con dicha información, se elaborará un Informe de culminación de acciones de remediación, que debe ser presentado a la entidad de fiscalización ambiental correspondiente quien determinará la conformidad con la efectiva implementación del PDS[175].

Al respecto, se encontraría pendiente la reglamentación en materia de infracciones y sanciones aplicables a estas obligaciones de los administrados.

4.3.5. Sustancias químicas

La Política Nacional del Ambiente, en lo relacionado al manejo de sustancias químicas y materiales peligrosos, señala como parte de los Lineamientos de Política, los referidos a[176]:

- Asegurar la incorporación de criterios de salud y de protección de ecosistemas frágiles, en el establecimiento, seguimiento y control de los planes de contingencia en el uso y manejo de sustancias químicas y materiales peligrosos.

169 Decreto Supremo n.º 002-2014-MINAM. Aprueban disposiciones complementarias para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, artículo 11.

170 Aprobada mediante Resolución Ministerial n.º 034-2015-MINAM.

171 Decreto Supremo n.º 002-2013-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Anexo 2.

172 Guía para la elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, pág. 9.

173 Guía para la elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, pág. 10.

174 Decreto Supremo n.º 002-2013-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Anexo 2.

175 Decreto Supremo n.º 002-2014-MINAM. Aprueban disposiciones complementarias para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, artículo 10.

176 Política Nacional del Ambiente. Eje de Política 2. Gestión Integral de la Calidad Ambiental. Ítem 5. Sustancias Químicas y Materiales Peligrosos.

- Gestionar los riesgos para la salud y el ambiente del uso de sustancias químicas y materiales peligrosos, especialmente entre las personas potencialmente expuestas.

En la Ley General del Ambiente,se establece que corresponde a las empresas adoptar medidas para el efectivo control de los materiales y sustancias peligrosas intrínsecas a sus actividades, debiendo prevenir, controlar, mitigar eventualmente, los impactos ambientales negativos que aquellos generen[177].

Además de ello, la LGA indica que el Estado tiene el deber de adoptar medidas normativas, de control, incentivo y sanción, para asegurar el uso, manipulación y manejo adecuado de los materiales y sustancias peligrosas, cualquiera sea su origen, estado o destino, a fin de prevenir riesgos y daños sobre la salud de las personas y el ambiente[178].

Sobre esta materia, la Ley General de Salud dispone que en la importación, fabricación, almacenamiento, transporte, comercio, manejo y disposición de sustancias y productos peligrosos, deben tomarse todas las medidas y precauciones necesarias para prevenir daños a la salud humana, animal o al ambiente, de acuerdo con la reglamentación correspondiente[179].

Cuando la importación, fabricación, transporte, almacenamiento, comercio y empleo de una sustancia o producto se considere peligroso para la salud de la población, el Estado debe establecer las medidas de protección y prevención correspondiente[180].

Se señala, igualmente, que corresponde a la Autoridad de Salud competente dictar las normas relacionadas con la calificación de las sustancias y productos peligrosos, las condiciones y límites de toxicidad y peligrosidad de dichas sustancias y productos, los requisitos sobre información, empaque, envase, embalaje, transporte, rotulado y demás aspectos requeridos para controlar los riesgos y prevenir los daños que esas sustancias y productos puedan causar a la salud de las personas[181]. Esta normativa, hasta la fecha, no ha sido emitida.

Con lo que sí se cuenta es con una normativa que regula el transporte de estas sustancias. En efecto, en el año 2004 se aprobó la Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, Ley n.º 28256 y posteriormente, en el año 2008, se emitió su reglamento mediante Decreto Supremo n.º 021-2008-MTC.

Esta normativa define a los materiales y residuos peligrosos como aquellos que por sus características fisicoquímicas y/o biológicas o por el manejo al que son o van a ser sometidos, pueden generar o desprender polvos, humos, gases, líquidos, vapores o fibras infecciosas, irritantes, inflamables, explosivos, corrosivos, asfixiantes, tóxicos o de otra naturaleza peligrosa o radiaciones ionizantes, en cantidades que representan un riesgo significativo para la salud, el ambiente o a la propiedad[182].

177 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 83.1.

178 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 83.2.

179 Ley n.º 26842. Ley General de Salud, artículo 96.

180 Ley n.º 26842. Ley General de Salud, artículo 97.

181 Ley n.º 26842. Ley General de Salud, artículo 98.

182 La definición de materiales y residuos peligrosos se encuentra tanto en la Ley n.º 28256 (artículo 3) como también en el Reglamento de esta norma (artículo 5, Ítem 9). Ambas definiciones difieren en su redacción. Presentamos la redacción recogida en el Reglamento por ser una definición más clara y precisa.

Una de las reglas establecidas en esta normativa, dispone que el sector responsable de la regulación y control de la actividad económica que emplea materiales peligrosos, es la encargada de regular, fiscalizar y sancionar las actividades, procesos y operaciones en lo referente a la producción, almacenamiento, embalaje, manipulación, utilización y reutilización de estos materiales y residuos peligrosos. Con esta regla, establecida en una norma con rango de ley, se estaría modificando la regla emitida por la Ley General de Salud que le daba competencias en estas mismas materias a la autoridad de salud (ver nota 177).

En todo caso, esta normativa también regula la intervención de la Autoridad de Salud, al señalar que le corresponde la tarea de regular los aspectos técnicos sanitarios del transporte de los materiales y/o residuos peligrosos[183]. También se le otorga competencias para declarar en estado de emergencia sanitaria[184] por el manejo inadecuado en el transporte de materiales y residuos peligrosos[185], así como disponer la eliminación y control de riesgos sanitarios generados por el transporte de residuos y/o materiales peligrosos[186].

De igual manera, el Reglamento de esta Ley dispone que el Ministerio de Salud deberá expedir las normas complementarias sobre los aspectos técnico-sanitarios del transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos para la aplicación del presente reglamento[187]. Asimismo, según esta norma, la Digesa debe emitir las disposiciones para la descontaminación de los vehículos, unidades de carga y equipos utilizados en la operación de transporte[188]. Estas normas no han sido emitidas hasta la fecha.

Un instrumento de gestión ambiental recogido en esta Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, está dado por la obligación de los titulares de actividades que usan materiales peligrosos de tener que contar con un Plan de Contingencias[189].

Este Plan tiene por finalidad evitar o reducir los posibles daños a la vida humana, salud, patrimonio y al ambiente, y está conformado por un conjunto de procedimientos específicos de tipo operativo destinados a la coordinación, alerta, movilización y respuesta ante una probable situación de emergencia que se puede presentar en el desarrollo de actividades de transporte, entre otras[190].

183 Ley n.º 28256, Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, artículo 6, numeral 1 a).

184 La norma hace referencia a la declaratoria de emergencia sanitaria y ambiental. Sin embargo, con la Ley n.º 28804, Ley que regula la declaratoria de emergencia ambiental ha quedado establecido que la autoridad competente para formular tal declaratoria es el Ministerio del Ambiente en su calidad de autoridad ambiental nacional.

185 Ley n.º 28256, Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, artículo 6 numeral 2.

186 Ley n.º 28256, Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, artículo 6 numeral 4.

187 Decreto Supremo n.º 021-2008-MTC. Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. Segunda Disposición Complementaria Final.

188 Decreto Supremo n.º 021-2008-MTC. Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. Sétima Disposición Complementaria Final.

189 Ley n.º 28256, Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, artículo 9.

190 Decreto Supremo n.º 021-2008-MTC. Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, artículo 5.

Los Planes de Contingencia deben ser elaborados conforme a la Ley n.º 28551, Ley que establece la obligación de elaborar y presentar planes de contingencia[191]. Al respecto, cabe considerar que si el administrado realiza el transporte por cuenta propia, es el sector el competente para su aprobación. Cuando se trate del servicio de transporte de materiales y/o residuos peligrosos, el plan de contingencia debe ser aprobado por la Dirección General de Asuntos Socio Ambientales (DGASA) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones[192]. Esta constituye una de las tareas regulares que viene ejerciendo la DGASA en el ámbito de la gestión ambiental a su cargo.

4.3.6. Radiaciones

De acuerdo con lo establecido en la LGA, el Estado, a través de medidas normativas de difusión, capacitación, control, incentivo y sanción, protege la salud de las personas ante la exposición a radiaciones tomando en consideración su nivel de peligrosidad. El uso y la generación de radiaciones ionizantes y no ionizantes está sujeto al estricto control de la autoridad competente, pudiendo aplicar, de acuerdo al caso, el principio precautorio, de conformidad con lo dispuesto en el Título Preliminar de la presente Ley[193].

En el año 2003, se establecieron los LMP de radiaciones no ionizantes en telecomunicaciones, aplicables a quienes realicen actividades de telecomunicaciones (instalación, operación, importación, fabricación, distribución, comercialización y venta de equipos de telecomunicaciones) utilizando espectro radioeléctrico y, cuya emisión de Campos Electromagnéticos (EMF), de sus equipos de telecomunicaciones, se encuentre entre las frecuencias de 9 kHz a 300 GHz[194].

Esta normativa adoptó los estándares establecidos por la Comisión Internacional de Protección en Radiaciones No Ionizantes - ICNIRP, diferenciando los estándares para exposición ocupacional y los estándares para exposición poblacional.

Además, se asignaron obligaciones a los solicitantes de concesiones o autorizaciones para prestar servicios de telecomunicaciones referidas a la elaboración de un estudio teórico de radiaciones no ionizantes por cada estación radioeléctrica a instalar de acuerdo a determinadas consideraciones técnicas[195], sin perjuicio de la facultad del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de solicitar la presentación de tales estudios cuando lo considere pertinente.

191 Cabe señalar que esta norma no ha sido objeto de reglamentación hasta la fecha, siendo que la propia norma establecía reglas que se sujetaban a la vigencia del reglamento como es la referida al plazo de presentación de los planes de contingencia ante las autoridades competentes.

192 Decreto Supremo n.º 021-2008-MTC. Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, artículo 22.

193 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 116.

194 Decreto Supremo n.º 038-2003-MTC. Establecen Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones, artículo 1.

195 Decreto Supremo n.º 038-2003-MTC. Establecen Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones, artículo 4.

A su vez, se encuentra establecido que los titulares de concesiones o autorizaciones vigentes adoptarán las medidas necesarias a efectos de garantizar que las radiaciones que emitan sus estaciones radioeléctricas, no excedan los límites máximos permisibles establecidos en el Decreto Supremo n.º 038-2003-MTC; su incumplimiento configura infracción muy grave[196]. Les corresponde también, de acuerdo a determinadas reglas técnicas, realizar el monitoreo de sus estaciones radioeléctricas anualmente conforme a los protocolos que para tal efecto dicte el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a fin de garantizar que las radiaciones emitidas por sus estaciones no excedan los límites establecidos[197].

Asimismo, la norma establece las distancias de seguridad y la señalización de advertencia que se deben observar e implementar en la instalación y operación de estaciones radioeléctricas[198].

Con relación a este tema, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones debía emitir un conjunto de normas técnicas y directivas, habiéndose dispuesto (en una norma posterior) que a efectos de la entrada en vigencia de estos LMP se requería de su aprobación previa[199], según el detalle que figura a continuación:

Norma que debía emitirse	Norma efectivamente emitida	Fecha de norma emitida
Procedimiento de supervisión y control	Aprueban Directiva sobre Procedimiento de Supervisión y Control de Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes Resolución Ministerial n.º 610-2004-MTC-03	19/08/2004
Procedimientos para la homologación de equipos terminales y para la certificación de equipos de medición de radiaciones no ionizantes	Aprueban Directiva de Certificación de Equipos de Medición de Radiaciones No Ionizantes Resolución Ministerial n.º 965-2005-MTC-03	29/12/2005
Protocolos de medición de radiaciones no ionizantes	Aprueban norma técnica sobre Protocolos de Medición de Radiaciones No Ionizantes Resolución Ministerial n.º 613-2004-MTC-03	19/08/2004

196 Decreto Supremo n.º 038-2003-MTC. Establecen Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones, artículo 5.1.

197 Decreto Supremo n.º 038-2003-MTC. Establecen Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones, artículo 5.2.

198 Decreto Supremo n.º 038-2003-MTC. Establecen Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones, artículos 8 y 9.

199 De acuerdo a la Décima Disposición Final y Transitoria del Decreto Supremo n.º 040-2004-MTC.

Norma que debía emitirse	Norma efectivamente emitida	Fecha de norma emitida
Lineamientos para el desarrollo del Estudio Teórico de Radiaciones No Ionizantes	Norma Técnica Lineamientos para el desarrollo de los estudios teóricos de radiaciones no ionizantes	18/08/2004
Directiva para la habilitación del registro de empresas autorizadas para la realización de Estudios Teóricos y Mediciones de Radiaciones no Ionizantes	Aprueban Directiva para la habilitación del registro de personas autorizadas para la realización de Estudios Teóricos y Mediciones de Radiaciones No Ionizantes Resolución Ministerial n.º 534-2005-MTC-03	13/08/2005
Norma técnica sobre restricciones radioeléctricas en áreas de uso público	Aprueban norma técnica sobre Restricciones Radioeléctricas en Áreas de Uso Público Resolución Ministerial n.º 120-2005-MTC-03	28/02/2005

Por tanto, a la fecha, la normativa en esta materia es vigente y exigible a los administrados comprendidos en su ámbito de aplicación.

De este conjunto de normas técnicas, cabe resaltar aquella que establece restricciones radioeléctricas en áreas de uso público, tales como las restricciones en los niveles de intensidad de campo eléctrico y densidad de potencia por la operación de estaciones radioeléctricas de los servicios de telecomunicaciones en áreas de uso público[200].

De acuerdo con esta norma, son áreas de uso público los lugares definidos por la administración, en los que se considera que la población expuesta podría ser sensible a los campos electromagnéticos. Estos lugares son los siguientes[201]:

- Colegios (de educación Inicial, Primaria y Secundaria)
- Hospitales, centros de salud y clínicas

Los titulares de concesiones y autorizaciones de telecomunicaciones en la instalación y operación de sus estaciones radioeléctricas, observarán los siguientes principios precautorios[202]:

a. Principio ALATA (As Low as TecnicsAllow): principio que propende a mantener el nivel de las radiaciones no ionizantes tan bajo como sea técnicamente posible. En tal sentido, las estaciones existentes como las futuras deben utilizar

200 Resolución Ministerial n.º 120-2005-MTC-03. Aprueban norma técnica sobre Restricciones Radioeléctricas en Áreas de Uso Público, artículo 1.

201 Resolución Ministerial n.º 120-2005-MTC-03. Aprueban norma técnica sobre Restricciones Radioeléctricas en Áreas de Uso Público, artículo 3.3.

202 Resolución Ministerial n.º 120-2005-MTC-03. Aprueban norma técnica sobre Restricciones Radioeléctricas en Áreas de Uso Público, artículo 4.

todas las posibilidades técnicas y tecnológicas existentes, de manera que la exposición en áreas de uso público sea lo más baja posible.

b. Principio ALARA (As Low as ReasonablyAchievable): principio que propende a mantener el nivel de las radiaciones no ionizantes tan bajo como sea razonablemente posible. En tal sentido, en la operación de las estaciones radioeléctricas en áreas de uso público se velará por que sus emisiones se mantengan lo más bajas posibles, teniendo en consideración los costos económicos y los beneficios de la seguridad y la salud pública.

A su vez, la norma establece valores que no deben ser excedidos por los titulares de concesiones y autorizaciones[203].

Por último cabe señalar que, en el año 2005, se establecieron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Radiaciones No Ionizantes, que regulan los niveles máximos de las intensidades de las radiaciones no ionizantes, cuya presencia en el ambiente en su calidad de cuerpo receptor es recomendable no excederse para evitar riesgo a la salud humana y el ambiente. Estos estándares se consideran primarios por estar destinados a la protección de la salud humana[204]. Actualmente, el Ministerio del Ambiente se encuentra en proceso de actualización de estos ECA (la propuesta correspondiente fue sometida a consulta pública[205] y a la fecha viene siendo coordinada con los sectores competentes).

4.4. La salud ambiental en el ámbito de la Evaluación de Impacto ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental constituye el más importante instrumento de gestión ambiental regulado en la legislación ambiental nacional. Su naturaleza preventiva permite brindar una herramienta eficaz para el análisis de los probables impactos ambientales, que puedan tener incidencia en la salud de las personas ubicadas en la zona de influencia de los proyectos de inversión.

A continuación, se presenta la regulación vigente en materia de evaluación de impacto ambiental contenida tanto en la legislación transversal, esto es en la Ley del SEIA y su reglamento, como también en la legislación ambiental sectorial.

4.4.1 En la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su reglamento

El Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), es un sistema único de coordinación e interacción transectorial entre los distintos ámbitos de la gestión ambiental, que toma en cuenta la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la diversidad biológica, así como la

203 Resolución Ministerial n.º 120-2005-MTC-03. Aprueban norma técnica sobre Restricciones Radioeléctricas en Áreas de Uso Público, artículo 5.

204 Decreto Supremo n.º 010-2005-PCM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Radiaciones No Ioinizantes, artículo 1.

205 Ver Resolución Ministerial n.º 082-2016-MINAM del 28 de Marzo del 2016.

protección de la calidad ambiental, la salud y el bienestar de las personas, mediante la aplicación de instrumentos de gestión ambiental que permitan identificar, prevenir, supervisar, controlar y corregir anticipadamente los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas, como la evaluación del impacto ambiental y la evaluación ambiental estratégica[206].

La Ley del SEIA, promulgada en el año 2001 y reglamentada en el año 2009, hace expresa referencia a la consideración de los riesgos en la salud ambiental como consecuencia de los proyectos de inversión al regular los denominados "criterios de protección ambiental", que son aquellos aspectos que deben considerarse al momento de realizar la evaluación preliminar que determina la clasificación del proyecto y el tipo de estudio ambiental que corresponde elaborar.

Los dos primeros criterios establecidos, están referidos a la protección de la salud de las personas[207], así como la probable afectación de la calidad ambiental (tanto del aire, del agua, del suelo), incluyendo la incidencia que puedan producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas y radiactivas[208].

Al respecto, en el Reglamento de la Ley del SEIA se señala que se entenderá que las actividades y obras de un proyecto pueden producir impactos ambientales negativos, si como resultado de su implementación generan o presentan algunos de los efectos, características o circunstancias previstas en uno o más de los criterios de protección ambiental establecidos en la Ley. Estos criterios mínimos deberán ser considerados por el proponente y por las autoridades competentes, para determinar, ratificar, modificar, revisar y aprobar la categoría del proyecto[209].

A efectos de contar con mayor certeza respecto de los proyectos de inversión comprendidos en el SEIA, se cuenta con un Listado de Inclusión donde se precisan tanto los proyectos como también las autoridades competentes para la revisión y evaluación ambiental de los mismos[210].

Respecto del criterio de protección de la salud pública y de las personas, se ha establecido que para determinar la ocurrencia del nivel de riesgo a la salud de las personas, se considerarán los siguientes factores[211]:

a. La exposición o disposición inadecuada de residuos sólidos industriales y peligrosos, materiales inflamables, tóxicos, corrosivos y radioactivos, que vayan a ser usados en las diversas etapas de la acción propuesta, tomando en cuenta su peligrosidad, cantidad, y concentración.

206 Ley n.º 27446. Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, artículo 5.

207 Ley n.º 27446. Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, artículo 5 literal a).

208 Ley n.º 27446. Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, artículo 5 literal b).

209 Decreto Supremo n.º 019-2009-MINAM. Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Anexo V.

210 Ver Listado de Inclusión del SEIA, Anexo II del Reglamento de la Ley del SEIA actualizado mediante Resolución Ministerial n.º 157-2011-MINAM.

211 Decreto Supremo n.º 019-2009-MINAM. Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Anexo V.

b. La generación de efluentes líquidos, emisiones gaseosas y de partículas en lugares próximos a poblaciones o que pongan en riesgo a pobladores.
c. Los ruidos, vibraciones y radiaciones que afecten la salud de las personas.
d. Los residuos domésticos o domiciliarios que por sus características constituyan un peligro sanitario a la población expuesta.
e. Las emisiones fugitivas de gases o partículas generadas en las diferentes etapas de desarrollo de la acción propuesta que pongan en riesgo a la población.
f. El riesgo de proliferación de patógenos y vectores sanitarios como consecuencia de la aplicación del proyecto.

Por otro lado, en cuanto al criterio de protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como el ruido y vibración, residuos sólidos y líquidos, efluentes, emisiones gaseosas, radiaciones y de partículas y residuos radiactivos; de acuerdo con el Reglamento de la Ley del SEIA, corresponderá considerar los siguientes factores[212]:

a. La generación, reciclaje, recolección, almacenamiento, transporte y disposición de residuos sólidos industriales y peligrosos, materiales inflamables, tóxicos, corrosivos y radioactivos, que vayan a ser usados en las diversas etapas de la acción propuesta, tomando en cuenta su peligrosidad, cantidad, y concentración.
b. la generación de efluentes líquidos, emisiones gaseosas y de partículas, cuyas concentraciones superen las normas de calidad ambiental establecidas en la legislación nacional.
c. Los niveles, frecuencia y duración de ruidos, vibraciones y radiaciones.
d. La producción, generación, reciclaje, recolección, transporte y disposición deresiduos domésticos o domiciliarios que por sus características constituyan un peligro sanitario a la población expuesta.
e. La composición, calidad y cantidad de emisiones fugitivas de gases o partículas generadas en las diferentes etapas de desarrollo de la acción propuesta.
f. El riesgo de proliferación de patógenos y vectores sanitarios como consecuenciade la aplicación del proyecto.
g. La generación o promoción de descargas de residuos sólidos y líquidos cuyasconcentraciones sobrepasen las normas de calidad o límites de emisión y vertimiento correspondientes.
h. El riesgo de emisiones provenientes de residuos que contengan fuente radiactiva.

Por tanto, los probables impactos del proyecto de inversión tanto en la salud de las personas como también en el estado de la calidad del ambiente, son aspectos relacionados con la salud ambiental y, en ese sentido, constituyen factores determinantes en el ámbito de la Evaluación de Impacto Ambiental. Por esa razón, en función a la mayor probabilidad de riesgos en estas materias, corresponderá elaborar un estudio ambiental con mayor o menor nivel de detalle.

En el marco del SEIA, en la regulación sobre los términos de referencia aplicables a los Estudios de Impacto Ambiental semidetallados y a los Estudios de Impacto

212 Decreto Supremo n.º 019-2009-MINAM. Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Anexo V.

Ambiental detallados, se encuentra señalada la consideración de aspectos en materia de salud ambiental dentro de la línea base así como en la caracterización de impactos ambientales[213].
Asimismo, en la caracterización del impacto ambiental se debe incluir la identificación y caracterización de los riesgos a la salud humana y los riesgos ambientales del proyecto en todas las fases y durante toda la duración del proyecto.

A continuación, presentamos el estado de los aspectos de la salud ambiental en la legislación ambiental sectorial[214]:

4.4.2 En la legislación ambiental sectorial

4.4.2.1 En sectores productivos

a) En la legislación ambiental minera

De acuerdo con el texto del Reglamento Ambiental para las Actividades de Exploración Minera, esta norma tiene como objetivo la prevención, minimización, mitigación y control de los riesgos y efectos que pudieran derivarse de las actividades de exploración minera sobre la salud, la seguridad de las personas y el ambiente[215].

En los Términos de Referencia Comunes relativos a los instrumentos de gestión aplicables a las actividades de exploración minera[216],aprobados para estos estudios ambientales[217], se establece que deben señalarse, entre otros aspectos, los indicadores de salud dentro de la caracterización de las poblaciones en el área de influencia.

Otras referencias expresas a temas de salud en la normativa ambiental sectorial aplicable a las actividades de exploración minera, se encuentra en las regulaciones sobre el cierre de estas actividades. Al respecto, se señala, por ejemplo, que en caso que los interesados solicitaran conjuntamente con el titular, que una instalación o infraestructura sea excluida de los compromisos de cierre, ello será aceptado por la autoridad en la medida en la que se determine que dichas instalaciones no representen peligro para la salud humana o pudieran ocasionar daños ambientales[218].

213 Esta referencia se encuentra en los Anexos III y IV del Reglamento de la Ley del SEIA.

214 En este acápite no se considera la regulación de los aspectos de calidad ambiental dado que la evaluación de impacto ambiental, en su integridad, constituye un instrumento a través del cual se analiza el probable efecto en la calidad ambiental derivado del desarrollo de un proyecto de inversión.

215 Decreto Supremo n.º 020-2008-EM. Reglamento Ambiental para las Actividades de Exploración Minera, artículo 1.

216 Para la exploración minera, corresponde aprobar Declaraciones de Impacto Ambiental (Categoría I) o Estudios de Impacto Ambiental Semidetallados (Categoría II).

217 Resolución Ministerial n.º 167-2008-MEM –DM. Aprueban Términos de Referencia comunes para las actividades de exploración minera Categorías I y II, conforme a los cuales los titulares mineros deberán presentar la Declaración de Impacto Ambiental y el Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado, así como Ficha Resumen de Proyecto y Normas para la Apertura y Manejo de Trincheras y Calicatas.

218 Decreto Supremo n.º 020-2008-EM. Reglamento Ambiental para las Actividades de Exploración Minera, artículo 39.

Además, se indica que la paralización o suspensión de actividades de exploración minera por más de un (01) año, obliga al titular a ejecutar las medidas de control o mitigación que se establezca en el estudio ambiental correspondiente, a fin de evitar impactos negativos sobre la salud y seguridad de las personas o del ambiente[219].

En la legislación ambiental aplicable al desarrollo de las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero, se precisa —como parte de los lineamientos de la gestión ambiental de dichas actividades— que estas deben estar orientadas al respeto irrestricto de la vida y la salud humana, así como a la mejora de la calidad de vida en general[220].

En cuanto al concepto de contaminante ambiental, se señala que está referido a toda materia o energía que al incorporarse y/o actuar en el ambiente, degrada su calidad original a un nivel que afecta la salud, el bienestar humano y pone en peligro los ecosistemas[221]. Asimismo, la contaminación ambiental está referida a la acción que resulta de la introducción en el ambiente, de contaminantes, que tanto por su concentración, como por el tiempo de su permanencia, hace que el medio receptor adquiera características diferentes a las originales, que pueden ser perjudiciales o nocivas para la salud, la calidad ambiental, los ecosistemas y/o la diversidad biológica[222].

En cuanto a la responsabilidad ambiental del titular de la actividad minera, se establece que este es responsable por las emisiones, efluentes, vertimientos, residuos sólidos, ruido, vibraciones y cualquier otro aspecto de sus operaciones, así como de los impactos ambientales que pudieran generarse durante todas las etapas de desarrollo del proyecto, en particular de aquellos impactos y riesgos que excedan los Límites Máximos Permisibles y afecten los Estándares de Calidad Ambiental, que les sean aplicables o afecten al ambiente y la salud de las personas[223].

Destaca que en esta normativa ambiental sectorial, se haya incluido un artículo específico sobre la protección de la salud pública y la salud de las personas, conforme al cual el titular de la actividad minera debe asegurar que el desarrollo de sus operaciones no afecte la salud de las personas, ni la salud pública.

Para tal efecto, se señala que es necesario asegurar un buen manejo de los aspectos sanitarios, la protección del ambiente para la salud, la prevención del daño a la salud y la asistencia médica oportuna y adecuada para la recuperación y rehabilitación de la salud de las personas, cuando corresponda.

---

219 Decreto Supremo n.º 020-2008-EM. Reglamento Ambiental para las Actividades de Exploración Minera, artículo 40.

220 Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero. Decreto Supremo n.º 040-2014-EM. Título Preliminar, artículo I.

221 Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero. Decreto Supremo n.º 040-2014-EM, artículo 4.7.

222 Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero. Decreto Supremo n.º 040-2014-EM, artículo 4.8.

223 Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero. Decreto Supremo n.º 040-2014-EM, artículo 16.

En ese mismo sentido, se dispone que toda acción o iniciativa de salud pública que implique la construcción de infraestructura, que promueva o ejecute el titular de la actividad minera, debe ser previamente coordinada con la Autoridad de Salud. Otras acciones de salud pública, serán informadas a dicha autoridad, sin perjuicio de las normas especiales que esta emita[224].

Los proyectos mineros comprendidos en esta normativa que requieren la formulación de términos de referencia específicos, son aquellos ubicados en ecosistemas frágiles o áreas vulnerables declaradas por la autoridad competente. Ello comprende a las zonas declaradas en emergencia ambiental o que hayan estado sujetas a alguna declaración de estados de alerta por la contaminación del aire[225].

A su vez, en la descripción del proyecto se deberá presentar un análisis de riesgos ambientales y a la salud en el área de influencia del proyecto, cuando corresponda por las condiciones de vulnerabilidad del área o la existencia de impactos ambientales significativos previos, sobre algún componente del ambiente o la salud de la población[226]; cuyos resultados deberán ser considerados en la evaluación de los posibles impactos ambientales[227].

Otra particularidad importante, en lo relacionado a la vía o vías de transporte de los minerales, detalla la obligación de que los estudios ambientales deban identificar las zonas de riesgo y considerar medidas de seguridad en los casos de contingencias que afecten a la salud y al ambiente[228].

Por último, cabe señalar que la normativa ambiental sectorial minera establece que en los casos que corresponda, se harán estudios de riesgo y monitoreo a la salud de la población ubicada en el área de influencia directa del almacén de concentrados de mineral, en concordancia con lo que disponga la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria[229](Digesa) y en coordinación con el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)[230]. No se reglamenta en qué casos corresponde la aplicación del mandato de elaboración de tales estudios y monitoreo; quedando ello como parte de las facultades de la autoridad a cargo de la revisión y aprobación del estudio ambiental aplicable.

224 Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero. Decreto Supremo n.º 040-2014-EM, artículo 19.

225 Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero. Decreto Supremo n.º 040-2014-EM, artículo 28.1 b).

226 Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero. Decreto Supremo n.º 040-2014-EM, artículo 41 o).

227 Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero. Decreto Supremo n.º 040-2014-EM, artículo 42 c).

228 Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero. Decreto Supremo n.º 040-2014-EM, artículo 85 a).

229 Nueva denominación de esta entidad establecido en el nuevo Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, aprobado por Decreto Supremo n.º 007-2016-SA.

230 Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las actividades de explotación, beneficio, labor general, transporte y almacenamiento minero. Decreto Supremo n.º 040-2014-EM, artículo 98 e).

b) En la legislación ambiental de hidrocarburos

El Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos del año 2014, no incluye mayores referencias explícitas al objetivo de protección de la salud. No obstante ello, podría entenderse que ese objetivo constituye un concepto comprendido dentro del concepto de "mitigación de impactos ambientales" que se encuentra recogido en diversos artículos de esta normativa sectorial.

La única referencia expresa a temas de salud en esta norma, se encuentra en la regla que establece el acceso a información relacionada con la evaluación de impacto ambiental; se señalá que toda la documentación incluida en el expediente administrativo es pública, a excepción de la información declarada como secreta, reservada o confidencial de acuerdo a lo dispuesto en el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información, Ley n.º 27806, aprobado por Decreto Supremo n.º 043-2003-PCM.

Al respecto, de acuerdo con la norma en mención, en ningún caso se podrá limitar el derecho al acceso a la información pública respecto de documentación relacionada con los impactos, las características o circunstancias que hagan exigible la presentación de un Estudio Ambiental, ni de aquellas circunstancias que impliquen riesgo o afectación a la salud de las personas o al ambiente[231].

c) En la legislación ambiental de electricidad

En el Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas del año 1994, se establece que cuando se prevé que las actividades de los Titulares de las Concesiones y Autorizaciones, afectarán a comunidades campesinas o nativas, estos deben tomar las medidas necesarias para prevenir, minimizar o eliminar los impactos negativos en los ámbitos sociales, culturales, económicos y de salud de la población[232].

A su vez, se estipula que los titulares de Proyectos Eléctricos deben cumplir con mitigarlos efectos sobre la salud debido a la contaminación térmica, ruidos y efectos electromagnéticos, no superando los Límites Máximos Permisibles[233].

Asimismo, en este reglamento ambiental sectorial se han recogido dos conceptos que hacen referencia a la temática de la salud, los cuales son los siguientes[234]:

- Contaminantes.- Son materiales, sustancias o energía que al incorporarse y/o actuar en/o sobre el ambiente, degradan su calidad original a niveles no propios para la salud y el bienestar humano, poniendo en peligro los ecosistemas naturales.

231 Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos. Decreto Supremo n.º 039-2014-EM, artículo 43.

232 Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas. Decreto Supremo n.º29-94-EM, artículo 15.

233 Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas. Decreto Supremo n.º 29-94-EM, artículo 42 e).

234 Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas. Decreto Supremo n.º 29-94-EM. Anexo I. Definiciones.

- Protección ambiental.- Es el conjunto de acciones de orden técnico, legal, humano, económico y social que tiene por objeto proteger las zonas de actividades eléctricas y sus áreas de influencia, evitando su degradación progresiva o violenta, a niveles perjudiciales que afecten los ecosistemas, la salud y el bienestar social.

d) En la legislación ambiental agraria

En el Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario del año 2012, se hace expresa referencia, dentro de los criterios para la evaluación de impacto ambiental sectorial, a la consideración de los potenciales impactos ambientales negativos sobre la salud de las personas[235], así como sobre calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que puedan producir el ruido y vibración, residuos sólidos y líquidos, efluentes, emisiones gaseosas, radiaciones, y de partículas[236].

Sin perjuicio de las sancionesque corresponda aplicar, de acuerdo con lo señalado el reglamento ambiental sectorial, la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA) podrá disponer la adopción inmediata de medidas en aquellos casos en que las operaciones de los titulares de actividades bajo competencia del Sector Agrario, representen riesgos significativos para la salud de las personas o el ambiente, los ecosistemas y la conservación de los recursos naturales renovables y la diversidad biológica[237].

Por su parte, el titular de toda actividad comprendida dentro del ámbito de competencia del sector agrario es responsable por las emisiones, efluentes, vertimientos, descarga, residuos sólidos, ruido, así como por los daños a la salud o seguridad humana, a los ecosistemas, los recursos naturales, la diversidad biológica en sus múltiples modalidades y cualquier otro aspecto que se produzca como resultado de sus operaciones y/o actividades[238].

Adicionalmente, se destaca el concepto de daño ambiental, entendido como el efecto o impacto negativo sobre el ambiente, la salud pública y los recursos naturales renovables, que requiere la adopción de medidas de protección ambiental a fin de cumplir con lo previsto en la normatividad nacional vigente[239].

e) En la legislación ambiental en industria manufacturera y comercio interno

En el Reglamento de Gestión Ambiental para la Industria Manufacturera y Comercio Interno del año 2015, no se encuentra mayor referencia explícita a la salud ambiental, salvo en la parte de los lineamientos para la gestión ambiental, en los que se enfatiza: (i) la adopción de medidas de prevención y mejora continua

235 Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario. Decreto Supremo n.º 019-2012-AG, artículo 14.3 a).

236 Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario. Decreto Supremo n.º 019-2012-AG, artículo 14.3 b).

237 Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario. Decreto Supremo n.º 019-2012-AG, artículo 6.

238 Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario. Decreto Supremo n.º 019-2012-AG, artículo 6.

239 Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario. Decreto Supremo n.º 019-2012-AG. Anexo II Glosario de Términos.

en la gestión ambiental; (ii) los procesos productivos y actividades que utilicen tecnologías e insumos limpios, así como la promoción de la producción limpia; y (ii) la incorporación de criterios de protección ambiental en el uso y manejo de sustancias químicas y materiales peligrosos, en el marco de la competencia de la industria manufacturera y de comercio interno[240].

Todo ello tiene un efecto positivo en la salud ambiental por su énfasis preventivo, más que correctivo, respecto de los probables daños ambientales.

f) En la legislación ambiental de actividades pesqueras y acuícolas

En el Reglamento de la Ley General de Pesca del año 2001, se encuentran referencias a los temas de salud cuando se señala que en el procesamiento de menor escala o artesanal se debe utilizar instalaciones y técnicas simples que no afecten las condiciones de medio ambiente y de salud, con el predominio del trabajo manual[241].

Asimismo, según esta norma, califica como procesador artesanal la persona natural que realiza el procesamiento de recursos hidrobiológicos empleando instalaciones y técnicas simples para la obtención de productos elaborados y preservados en condiciones aptas de sanidad y calidad, sin alterar las condiciones del medio ambiente y salud humana[242].

Por otro lado, en el capítulo sobre Gestión Ambiental contenido en el Reglamento de la Ley General de Pesca, se dispone que los titulares de las actividades pesqueras y acuícolas son responsables de: (i) los efluentes, emisiones, ruidos y disposición de desechos que generen o que se produzcan como resultado de los procesos efectuados en sus instalaciones; (ii) los daños a la salud o seguridad de las personas; (iii) los efectos adversos sobre los ecosistemas o sobre la cantidad o calidad de los recursos naturales en general y de los recursos hidrobiológicos en particular; y (iv) los efectos o impactos resultantes de sus actividades[243].

A su vez, se recogen los siguientes conceptos que hacen referencia a la temática de la salud[244]:

- Contaminación ambiental.- Acción resultante de la introducción en el ambiente, directa o indirectamente, de contaminantes que por su concentración o permanencia, originan que el medio receptor adquiera características diferentes a las originales o previas a la intrusión, las cuales son perjudiciales al ambiente o la salud.
- Contaminante ambiental.- Materia o energía que al incorporarse o actuar en el ambiente, degrada su calidad original a un nivel que afecta la salud humana o los ecosistemas.

240 Decreto Supremo n.º 017-2015-PRODUCE. Reglamento de Gestión Ambiental para la Industria Manufacturera y Comercio Interno, artículo 5.

241 Decreto Supremo n.º 012-2001-PE. Reglamento de la Ley General de Pesca, artículo 48.1.

242 Reglamento de la Ley General de Pesca. Decreto Supremo n.º012-2001-PE, artículo 58.3.

243 Reglamento de la Ley General de Pesca. Decreto Supremo n.º012-2001-PE, artículo 78.

244 Reglamento de la Ley General de Pesca. Decreto Supremo n.º 012-2001-PE, artículo 151.

- Riesgo.- Probabilidad de ocurrencia de efectos perjudiciales a la salud, al ambiente y sus funciones, los recursos naturales, valor paisajístico, turístico, antropológico, arqueológico, histórico o patrimonial, como consecuencia de actividades humanas.

4.4.2.2 En sectores de infraestructura y servicios

a) En la legislación ambiental en materia de vivienda y construcción

En el año 2012 se aprobó el Reglamento de Protección Ambiental para proyectos vinculados a las actividades de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento, mediante Decreto Supremo n.º 015-2012-VIVIENDA. Esta norma es de aplicación al conjunto de actividades vinculadas al desarrollo de proyectos de inversión de saneamiento y edificaciones, en el ámbito urbano y rural del territorio nacional[245].

Siguiendo las reglas del SEIA, dicho Reglamento señala que la clasificación ambiental es el procedimiento por el cual se determina la categoría que le corresponde a un proyecto de inversión de acuerdo a su riesgo ambiental, incluyendo el estudio ambiental que le corresponde elaborar al titular del mismo[246].

El análisis de riesgo a realizar para tales efectos, comprende el estudio o evaluación realizados para determinar la probabilidad de afectación o daño al ambiente, debido a la ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico, con la potencial afectación a la salud o el bienestar humano y a los ecosistemas[247].

Además, se señala que en la clasificación de los proyectos, se aplicarán los criterios de protección ambiental comprendidos en el Anexo V del Reglamento de la Ley del SEIA, y los que la autoridad ambiental sectorial determine[248].

Por último, cabe señalar que en concordancia con lo dispuesto por la Ley General del Ambiente[249], esta reglamentación ambiental sectorial establece que el titular del proyecto de inversión es responsable por el adecuado manejo ambiental de las emisiones, efluentes, ruidos, vibraciones y residuos sólidos, que se generen como resultado de los procesos y operaciones en sus instalaciones; así como, por cualquier daño al ambiente que sea causado como consecuencia del desarrollo de sus actividades. Inclusive el que no esté obligado a presentar algún tipo de instrumento de gestión ambiental, es responsable por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generen sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de sus actividades[250].

---

245 Decreto Supremo n.º 015-2012-VIVIENDA. Reglamento de Protección Ambiental para proyectos vinculados a las actividades de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento, artículo 2.

246 Decreto Supremo n.º 015-2012-VIVIENDA. Reglamento de Protección Ambiental para proyectos vinculados a las actividades de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento, artículo 15.1.

247 Decreto Supremo n.º 015-2012-VIVIENDA. Reglamento de Protección Ambiental para proyectos vinculados a las actividades de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento. Anexo Glosario de Términos.

248 Decreto Supremo n.º 015-2012-VIVIENDA. Reglamento de Protección Ambiental para proyectos vinculados a las actividades de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento, artículo 17.1.

249 Ley n.º 28611. Ley General del Ambiente, artículo 74.

250 Decreto Supremo n.º 015-2012-VIVIENDA. Reglamento de Protección Ambiental para proyectos vin-

Por último cabe señalar que, en el ámbito del Sector Vivienda, también se cuenta con el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición[251] que regula la gestión y manejo de los residuos sólidos generados por las actividades y procesos de construcción y demolición, a fin de minimizar posibles impactos al ambiente, prevenir riesgos ambientales, proteger la salud y el bienestar de la persona así como para contribuir al desarrollo sostenible del país[252].

Al respecto, el Sector Vivienda ha determinado que las disposiciones contenidas en este Reglamento referidas a la prestación del servicio para el manejo de residuos sólidos de la construcción y demolición, sean de aplicación a los centros poblados con una población mayor a 5 000 habitantes[253].

culados a las actividades de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento, artículo 64.

251 Aprobado mediante Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA.

252 Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA. Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición, artículo 1.

253 Decreto Supremo n.º 019-2016-VIVIENDA. Decreto Supremo que modifica el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición, aprobado por Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA. Primera Disposición Complementaria Final.

5 Factores determinantes de la salud

Monika Machtolf, Dirk Heller, Natalie Riedel, Corinna Berger, Thomas Claßen, Ilse Albrecht, Andrea Rüdiger, Dagmar Hildebrandt, Inge Schmitz-Feuerhake, Wilfried Kühling, Claudia Hornberg

5.1 Visión general

Monika Machtolf, Dirk Heller

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de determinados proyectos (procedimientos de planificación, proyectos sujetos a autorización), el ser humano está expuesto a numerosos factores de influencia ambiental positivos y negativos. Por ejemplo, como medidas que fomentan la salud se aplican determinantes con el potencial de mejorar la salud en aspectos del contexto espacial natural, como el valor recreativo, el entorno residencial o aspectos del espacio social. Por otro lado, para los procedimientos de autorización según la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones se consideran diferentes impactos químicos, biológicos y físicos (ruido, radiación no ionizante y sacudidas). Las situaciones en que debe analizarse la salud humana protegida en el marco de los procedimientos de planificación y autorización se representan en forma simplificada en la ilustración 7.

Principalmente, se consideran los diferentes factores de influencia para la evaluación tomando en cuenta los determinantes presentes en el entorno espacial de tipo natural y social, con efectos positivos o negativos para la salud humana. A continuación, se indican diferentes determinantes químicos, biológicos y físicos nocivos[254], que tienen impacto en el organismo humano.

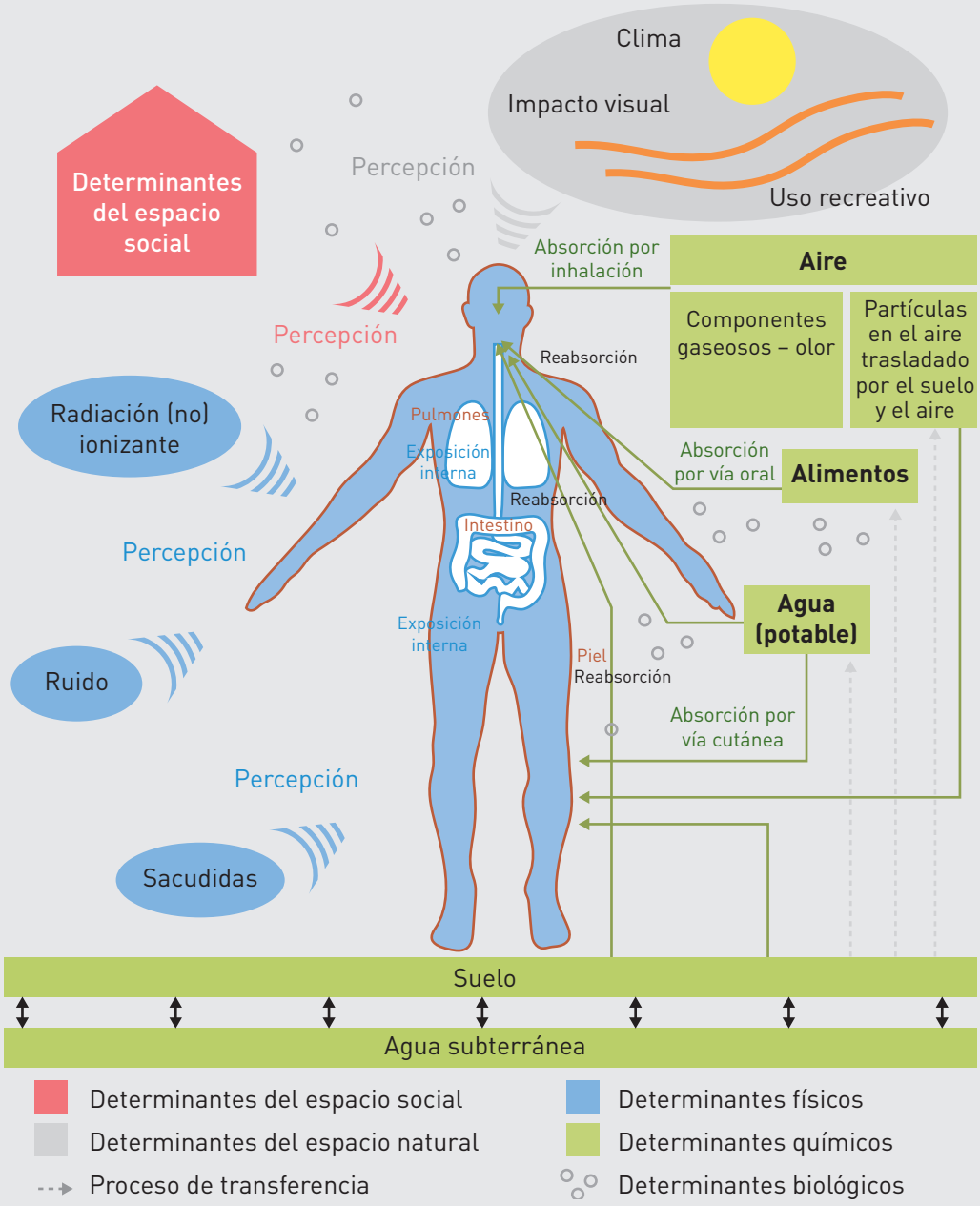
Primero se describen las principales áreas de influencia. Más adelante, a partir del numeral 4.2, se usa el siguiente esquema para analizar los factores determinantes de la salud en las diferentes áreas de afectación:

- Factores de afectación y su forma de actuación, descripción de posibles vías de actuación.
- Indicadores para la descripción, fuentes de información/datos disponibles, técnicas de pronóstico.
- Criterios de evaluación e indicadores deducibles para la protección de la salud humana.

254 Los agentes nocivos son sustancias y factores ambientales que pueden dañar organismos u órganos del cuerpo o afectar sus funciones.

- Fuentes de datos y su utilización (procedencia, validez/problemática, pronóstico/simulación).
- Criterios de evaluación para la prevención ambiental eficaz (eventualmente, diferencias con criterios de protección que se aplican en ámbitos distintos a la EIA, por ejemplo, decisiones vinculantes).
- Eventualmente, indicaciones adicionales (problemas de aplicación, aspectos prácticos, etc.).

Ilustración 7. Modelo de los determinantes importantes para la salud



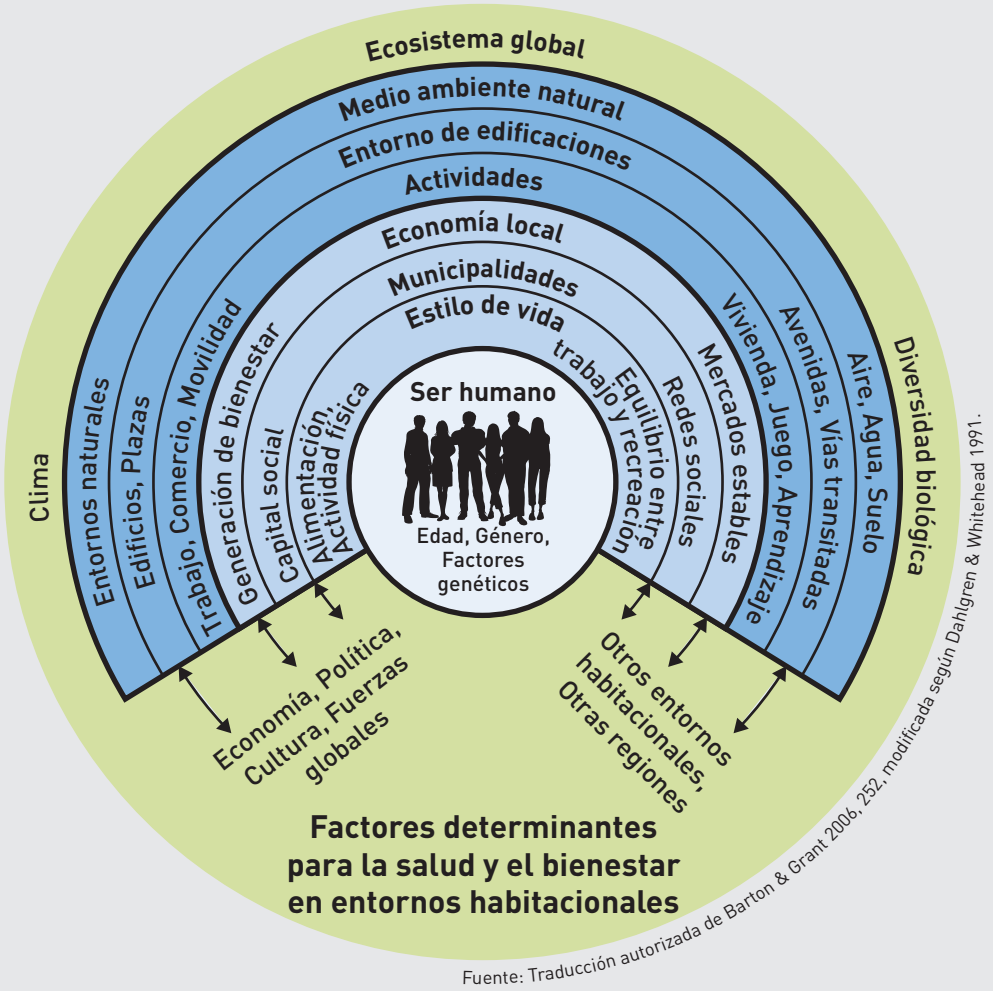
Fuente: Machtolf 2013, 62.

Determinantes del espacio natural y social

Monika Machtolf, Thomas Claßen

Esta categoría comprende todos los factores espaciales de tipo natural y social que ejercen efectos positivos o negativos en el bienestar y la salud humana. Se incluye la totalidad de aspectos determinantes del entorno laboral y habitacional, aspectos demográficos y socioeconómicos, así como condiciones ambientales de impacto en el aspecto escénico del paisaje o el microclima. El "modelo ecológico humano con determinantes para la salud en un entorno habitacional" de la ilustración 8 muestra la complejidad de las interrelaciones directas e indirectas entre salud y medio ambiente natural, artificial y cultural[255].

Ilustración 8. Modelo ecológico humano de los determinantes para la salud



Fuente: Traducción autorizada de Barton & Grant 2006, 252, modificada según Dahlgren & Whitehead 1991.

La ilustración 8 presenta gráficamente las complejas interrelaciones entre factores individuales y sociales de la salud y los factores claves de aglomeraciones urbanas incluyendo el entorno urbanizado. En el centro del modelo se encuentra el ser humano y sus factores individuales determinantes para la salud. El ser hu-

255 Según definición ampliada de Meyer & Sauter 1999.

mano está rodeado por diferentes capas que representan los distintos sistemas sociales, ecológicos y económicos en el entorno habitacional y en su dimensión global. El modelo de ecología humana muestra, a modo de ejemplo, los diversos factores que, primero, ejercen una influencia recíproca entre sí y, luego, inciden sobre el ser humano y su salud. Todo el modelo se ubica en un contexto global marcado por el sistema ecológico, considerando efectos como el cambio climático, la diversidad biológica, la globalización política y económica y sus respectivos impactos en la salud individual o de la población[256].

Los impactos de los determinantes espaciales de tipo natural y social sobre la salud humana son complejos. Para el impacto del espacio social existe un modelo multinivel que contempla desigualdades en la salud en función de la situación social y habitacional, así como sus efectos psicológicos y sociales.

Los factores estructurales tienen una gran repercusión en este sentido, y pueden consistir, por ejemplo, en falta de servicios de salud y alimentos sanos, alta densidad poblacional, cercanía de la vivienda a avenidas transitadas e inmisiones de agentes nocivos y los ruidos correspondientes, o deficiente acceso a las áreas recreativas. Por otro lado, el impacto positivo de las buenas relaciones vecinales se considera un factor que puede compensar los impactos negativos.

Los determinantes del espacio natural son la disponibilidad de elementos paisajísticos con características estéticas y recreativas que fomentan descanso, recreación e interacción social. Los impactos visuales negativos que impiden experimentar la naturaleza, por ejemplo, la contaminación del aire o los ruidos disminuyen o impiden los efectos positivos para la salud humana. Las condiciones climáticas urbanas se consideran de gran importancia por su notable impacto en las condiciones habitacionales.

Para la determinación y evaluación del espacio natural y social es necesario contar con indicadores adecuados. No existen indicadores concretos legalmente vinculantes para el espacio social. Sin embargo, en la legislación urbanística figuran definiciones genéricas, por ejemplo: consideración de condiciones saludables en el entorno laboral y habitacional, creación y mantenimiento de estructuras poblacionales socialmente estables o desarrollo y satisfacción de necesidades sociales y culturales de la población. Los determinantes ya mencionados establecen una base para discutir contenidos y fomentar la calidad deseada del espacio social como resultado de proyectos urbanísticos, de salud o de trámites de autorización con efectos espaciales.

Respecto del espacio natural, igualmente se encuentran indicadores "blandos" del paisaje, su valor estético y recreativo para el ser humano, o las condiciones microclimáticas en los centros urbanos.

256 Bucksch *et al*. 2012.

Determinantes químicos, físicos y biológicos

Dirk Heller, Monika Machtolf

Según su carácter y presentación se distinguen diferentes formas de agentes nocivos que se señalan a continuación.

DETERMINANTES QUÍMICOS

Los determinantes químicos son sustancias con impactos negativos en organismos, órganos corporales o sus funciones. Según la Comisión de Riesgos del Gobierno Federal (Risikokomission), en términos generales, un agente nocivo es una sustancia con potencial impacto negativo en la salud o el medio ambiente[257]. Los agentes nocivos químicos, o contaminantes, están presentes en diferentes sectores medioambientales (aire, suelo, agua, alimentos) y pueden ser de origen natural (por ejemplo, geogénico) o de origen artificial (antropogénico).

DETERMINANTES FÍSICOS

Los determinantes físicos incluyen los factores de influencia no materiales, por ejemplo, radiación, inmisiones de ruido (ultrasonido, infrasonido, etc.), sacudidas e inmisiones luminosas.

DETERMINANTES BIOLÓGICOS

Los agentes nocivos biológicos incluyen bacterias, virus, hongos, parásitos o venenos biológicos. Esos agentes están presentes en el medio ambiente sobre todo en forma de microorganismos transmitidos por el aire, llamados bioaerosoles. El VDI, en sus normas VDI 4251 Hoja 1, VDI 4252 Hoja 2 y VDI 4253 Hoja 2, los define como "[...] toda acumulación de partículas del aire que contenga, genere o incorpore hongos (esporas, micelio, etc.), bacterias, virus y/o polen o fragmentos de células o productos generados (endotoxinas, micotoxinas) de estos"[258].

Los agentes nocivos pueden tener diferentes impactos negativos sobre la salud. Estos posibles riesgos para la salud se deben detectar, describir y evaluar. Sus impactos sobre la salud humana deben analizarse en forma diferenciada. Son dos las condiciones para que una sustancia o un factor puedan afectar la salud: en primer lugar, tiene que existir un riesgo potencial para la salud; y, en segundo lugar, la persona tiene que exponerse a la sustancia o al factor.

El ser humano absorbe distintas cantidades de agentes nocivos químicos a partir de diferentes medios ambientales (aire, suelo, agua, etc.) por inhalación, vía oral o vía cutánea. El contacto usualmente es a través del aire exterior e interior, los alimentos, el agua potable, el polvo o el suelo (sobre todo en caso de niños pequeños) y artículos de uso diario (textiles, etc.)[259].

257 Risikokomission 2003.

258 VDI 2007, 2004a y 2004b.

259 Wilhelm & Wichmann 2005.

Una vez que estos agentes han ingresado al cuerpo humano desde el medio ambiente, inician complejos procesos tóxico-cinéticos (absorción, distribución, metabolización, excreción). Las cantidades o los porcentajes de las sustancias absorbidas, distribuidas, metabolizadas o excretadas (orina, heces, etc.) dependen de múltiples factores. Posteriormente, los impactos y las alteraciones en el organismo humano se manifiestan a través de muy diferentes perjuicios de la salud y en distintos grados.

La exposición se define, y así lo entiende también la comisión, como el contacto de un agente nocivo con los bienes a proteger, es decir, la salud y el medio ambiente. Se distingue entre la exposición de corto plazo (aguda y subaguda) y la exposición de largo plazo (crónica y subcrónica). Según Eikmann *et al*.[260], la exposición de 1 a 30 días se considera aguda y subaguda, mientras que la exposición de hasta 180 días y superior a 180 días se considera subcrónica y crónica, respectivamente. En la literatura se encuentran diferentes definiciones para los términos agudo, subagudo, crónico y subcrónico, en las que varían significativamente los plazos indicados.

En tal sentido, el término exposición se refiere a la exposición externa. La exposición interna, en cambio, indica la cantidad de un agente nocivo reabsorbida por el cuerpo[261]. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EUA, en su manual sobre factores de exposición[262], indica convenciones para la estimación de posibles exposiciones. Igualmente, lo hacen las evaluaciones de resultados a nivel empírico para la estimación y la evaluación de riesgos e higiene ambiental de los estados federados elaboradas por el grupo de trabajo ad hoc de la Conferencia de Ministros Federal y Estaduales de Salud (AGLMB)[263]. Más información se encuentra en publicaciones de la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA) y de la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (ESFA)[264].

En una perspectiva más amplia, el impacto se produce cuando un agente nocivo genera una modificación detectable en la fisiología de un organismo, el medio ambiente biótico o abiótico, o en un bien material[265].

La WHO/OMS aplica la siguiente definición para el concepto de efecto adverso o impacto adverso:

> [...] son cambios en la morfología, la fisiología, el crecimiento, el desarrollo o la expectativa de vida de un organismo con la consecuencia de afectar las funciones, o reducir la capacidad de compensación frente a impactos adicionales, o causar una sensibilización frente a impactos nocivos por otros factores ambientales[266].

260 Eikmann *et al.* 1999.

261 Mekel & Ewers 2005.

262 EPA 2011.

263 AGLMB 1995.

264 Por ejemplo, ECHA 2012 y ESFA 2011.

265 Risikokomission 2003.

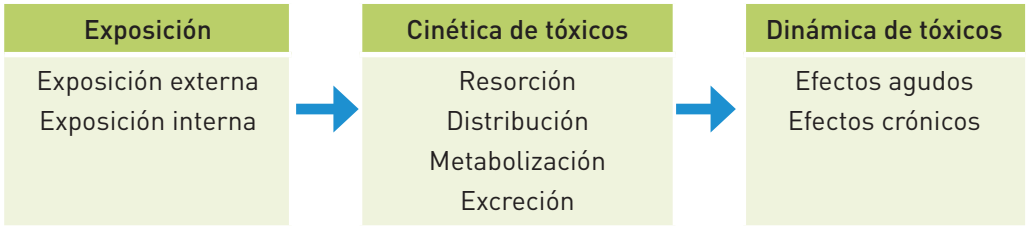
266 WHO/OMS 1994.

La norma del VDI 2308[267] utiliza el término "adverso" para la estimación de riesgos de salud en el contexto de la protección contra inmisiones y para el tema de los efectos deseables o no deseables a nivel de la sociedad[268].

Además de la toxicidad, se considera también la perceptibilidad (por ejemplo, el olor) para determinar el nivel del impacto. El término "tóxicocinética" se aplica en la norma del VDI 2308 para la resorción, metabolización y excreción de una sustancia, es decir, la reacción del organismo frente esta[269].

La tóxico-dinámica describe efectos, impactos y mecanismos de acción de una sustancia, como el efecto de esta sobre el organismo[270]. En la ilustración 9 se presentan las diferentes fases de una intoxicación.

Ilustración 9. Diversas fases de una intoxicación



Hasta la fecha sigue vigente el principio de Paracelso para describir los potenciales efectos tóxicos de un agente nocivo: "Nada es veneno, todo es veneno, la diferencia está en la dosis". Para algunos agentes nocivos se ha establecido un umbral de efectos. Sin embargo, en el caso de otros agentes nocivos (por ejemplo, algunas sustancias cancerígenas), no se puede definir ese umbral. Tal como considera la Comisión de Sustancias Peligrosas (AGS), el umbral de efectos indica un valor límite para la dosis o la concentración por debajo del cual no se produce un determinado efecto[271].

Los agentes nocivos en el medio ambiente pueden causar diversidad de impactos en los seres humanos. Es posible que una sola sustancia sea causante de múltiples efectos, es decir, que active diferentes puntos sintomáticos, o es posible que varias sustancias puedan activar un mismo punto sintomático. Los principales puntos sintomáticos para la toxicidad son, entre otros, el sistema reproductivo y la descendencia, el sistema inmune, los órganos corporales (hígado, riñones, etc.), el sistema neurológico, el desarrollo, el sistema respiratorio, la sensibilización y la irritación, la genotoxicidad o los efectos cancerígenos.

La detección y la evaluación de agentes nocivos en el medio ambiente se basa en el conocimiento de la peligrosidad de estos, la estimación de las relaciones dosis-efecto y la exposición. Para este propósito, se aprovechan sobre todo los datos sobre los distintos medios ambientales que pueden ser transportadores de agentes nocivos:

267 VDI 2009.

268 Véase capítulo 5.5.2.1, ilustración 10.

269 VDI 2009.

270 Ib.

271 AGS 2008.

- Aire
- Suelo
- Plantas
- Agua potable / agua
- Alimentos

Para la evaluación es necesario considerar calidad y nivel de confianza de los datos, modelamiento de estos y mecanismos de transferencia para la evaluación.

Se deben tomar en cuenta las diferentes vías de exposición que facilitan el contacto o el transporte de agentes nocivos a los seres humanos (exposición externa), en quienes causan eventualmente efectos en o sobre el organismo (exposición interna). Con frecuencia, no es solo un agente nocivo individual el que afecta al ser humano, sino un efecto combinado de varios agentes nocivos. En consecuencia, se observan efectos múltiples o combinados[272].

5.2 Determinantes del entorno social

5.2.1 La relevancia del entorno habitacional para la salud

Natalie Riedel

El entorno habitacional incluye elementos de infraestructura como áreas verdes o servicios de proximidad de infraestructura vial de las áreas residenciales. Estos componentes representan el contexto residencial material, físico y químico. La cantidad y la calidad del contexto habitacional se rigen por funciones normativas, sociales y económicas, que proponen el ordenamiento urbano para un determinado entorno habitacional[273].

De cierta manera, los encargados de la planificación urbana son los responsables de la distribución territorial y social de riesgos para la salud (partículas en suspensión, ruidos) hacia determinadas áreas. Pero las características de un determinado entorno habitacional son también el resultado de sus habitantes y su condición social, que los lleva a residir en determinado lugar por razones impuestas por el mercado de la vivienda. La composición social, étnica y demográfica del vecindario determina distintas formas de uso y prácticas diarias para sus habitantes: movilización cotidiana, rutinas de comportamiento (por ejemplo, alimentación y actividad física en el entorno vivencial) y otros aspectos que constituyen el contexto sociohabitacional. Este contexto influye también en la capacidad y la disposición de los residentes a participar en procedimientos de planificación, y en la percepción y la imagen del entorno habitacional a nivel político

272 Véase el capítulo 4.7.

273 Véase tipos de uso y categorías territoriales en Ordenanza / Reglamento sobre Intensidad y Ocupación del Suelo y sobre Tipo de Uso y también los artículos 5 (Plan General Municipal de Ordenación) y 9 (Programa de Actuación Urbanística) de la Ley de Edificaciones.

y su valorización. De acuerdo con la Ley de Edificaciones, el planeamiento urbanístico debe velar por la creación y la conservación de estructuras sociales estables en la población (artículo 1, párrafo 6, numeral 2); asimismo, se prevé la posibilidad de conservar la composición de la población residente en caso de razones urbanísticas de peso (artículo 172, párrafo 4, inciso 1).

La importancia del entorno habitacional para la salud se evalúa y comprende al relacionar a los residentes con su contexto habitacional. Esta es precisamente la meta de los estudios de epidemiología medioambiental y social, disciplina que se dedica a tal investigación, cuyos conceptos y resultados aún no se toman suficientemente en cuenta en los procesos de planificación. Las relaciones del entorno habitacional y la salud se basan en diferentes mecanismos con efectos y niveles de tipo físico, psicológico y social. Abarcan a individuos, hogares, el vecindario o un municipio completo[274].

Las investigaciones internacionales han demostrado que los riesgos para el contexto habitacional a nivel material, químico, físico y social se centran en los entornos habitacionales con residentes de bajo nivel socioeconómico[275]. Independientemente de la situación social individual, el contexto habitacional y sus residentes ejercen con su comportamiento un impacto importante en su salud y el posible desarrollo de enfermedades crónicas físicas y psicológicas[276]. El impacto psicológico y social como resultado inconsciente o consciente de la situación en el entorno habitacional puede ser un mecanismo para relacionar a este último con la salud individual. Al aplicar modelos de múltiples niveles que explican las desigualdades de salud[277], se puede apreciar el estrés psicológico y social causado por condiciones ambientales, naturales y constructivas como factores importantes. El estrés por características psicosociales del individuo o de grupos en un municipio o en entornos habitacionales es un factor clave de vulnerabilidad, que además relaciona la salud con la situación social, los impactos ambientales (por ejemplo, ruidos) y la ubicación[278]. El estrés permanente por factores psicológicos y sociales puede causar problemas fisiológicos y aumento del nivel de vulnerabilidad de los residentes frente a la contaminación ambiental[279]. El conjunto de dichos mecanismos puede agravar la desigualdad de oportunidades de salud en la sociedad (urbana)[280].

Los típicos causantes estructurales de estrés en el entorno habitacional son: la economía local, la estructura del mercado laboral, la infraestructura de abastecimiento con alimentos sanos, la infraestructura de salud, el estado de la vivienda y el nivel de delincuencia en el entorno habitacional. Otros factores de estrés psicológico y social de escala local que influyen en el bienestar y la salud pueden ser la densidad poblacional en la vivienda, el capital social en el entorno

274 Shaw 2003.

275 Por ejemplo, Dragano *et al.* 2009; Braubach & Fairburn 2010.

276 Van Lenthe & Mackenbach 2006; Diez Roux & Mair 2010.

277 Bolte & Kohlhuber 2006; Gee & Payne-Sturges 2004; Schulz & Northridge 2004.

278 Gee & Payne-Sturges 2004.

279 Bolte & Kohlhuber 2006.

280 WHO/OMS & HABITAT 2010.

habitacional (relaciones con los vecinos, apoyo social y psíquico, compromiso social) y la fragmentación social del entorno habitacional. Por otro lado, se cuenta con impactos positivos de determinados activos sociales en el vecindario para disminuir el estrés y mantener o fomentar la salud, es decir, generar salud[281].

El ejemplo a continuación puede servir para explicar las diversas relaciones entre situación social, contaminación ambiental, salud y los mecanismos causales subyacentes: las avenidas altamente transitadas son una fuente de ruido y contaminación del aire. Además, estas avenidas forman una barrera, fragmentan los entornos habitacionales y disminuyen los contactos sociales dentro del vecindario. Al faltar este capital social se puede producir estrés psicosocial e impactos negativos en la salud de los residentes de la zona[282].

5.2.2 Indicadores para la investigación y la evaluación de los determinantes del espacio social

Natalie Riedel, Corinna Berger

En años recientes se han desarrollado algunos conceptos para la elaboración de informes de salud a escala territorial, los cuales relacionan indicadores de salud, sociales y/o medioambientales para considerar las múltiples influencias presentes en el ámbito urbano; por ejemplo, la Ley Estadual de Servicios de Salud Pública de Renania del Norte-Westfalia (ÖGDG NRW). En estos casos se trataba generalmente del tema del desarrollo sostenible de las ciudades, por contar con datos de distritos estadísticos previamente existentes estos se consideran representativos para los entornos habitacionales del área. Desde hace poco tiempo existen propuestas de indicadores cuantitativos para características globales, estructura social y salud de la población en el entorno habitacional, con fuentes y registros de información como los del Instituto Estadual de Salud Pública de Renania del Norte-Westfalia (LÖGD NRW), el Instituto Estadual de Salud y Trabajo de Renania del Norte-Westfalia (LIGA NRW), el Ministerio Federal de Transporte, Construcción y Desarrollo Urbano (BMVBS) o el Instituto Federal de Urbanismo, Construcción y Territorialidad (BBSR)[283].

Los catálogos de indicadores describen la situación de salud de los residentes de un entorno habitacional con ayuda de riesgos de salud procedentes de diferentes fuentes y niveles de importancia; por ejemplo, el sobrepeso como resultado de hábitos alimenticios poco saludables o la falta de actividad física como factor de riesgo para enfermedades crónicas degenerativas. Otros factores considerados en estos catálogos son las enfermedades contagiosas que se deben notificar obligatoriamente a las autoridades, como indicadores de deficiencias extremas en la higiene ambiental (en relación con la vivienda) o accidentes de niños y adolescentes como indicadores de la seguridad en la vivienda y su entorno. Los

281 Gee & Payne-Sturges 2004 según Bolte & Kohlhuber 2006.

282 Bolte & Kohlhuber 2006.

283 Al respecto pueden verse LÖGD NWR 2004; LIGA NWR 2008; BMVBS; BBSR 2009; Bär *et al.* 2010.

exámenes médicos, que realizan las autoridades de salud por oficio anualmente en niños al ingresar en el primer grado de primaria, son otra excelente y confiable fuente de datos. De esta manera, se recomienda el uso de las estadísticas del estado de salud de estos niños y niñas como indicador que representa la salud de la población general[284].

Sin embargo, en la actualidad no se cuenta con un conjunto de indicadores universalmente reconocido y vinculante para las EIA que tome en cuente la importancia del entorno habitacional y sus características sociales, materiales, químicas y físicas para la salud. En su programa "Barrios urbanos con especial necesidad de desarrollo - La ciudad social"[285], el Instituto Alemán de Urbanismo (DIFU) propone algunos temas y pautas útiles para analizar aspectos de salud en el entorno habitacional, como:

- Características del entorno habitacional (por ejemplo, número de habitantes, vivienda social subsidiada).
- Impactos ambientales y otros (por ejemplo, contaminación del aire con partículas en suspensión, porcentaje del suelo sellado).
- Impacto en la salud individual y social (por ejemplo, porcentaje de desempleados, nivel de los egresados de educación secundaria).
- Disponibilidad y aprovechamiento de servicios de salud (por ejemplo, número de médicos pediatras, porcentaje de niños vacunados).
- Recursos para fomentar el potencial de salud (por ejemplo, áreas verdes).

Se aprovechan diferentes fuentes de datos del ámbito espacial y temporal en el desarrollo de estos temas. Dependiendo de los registros disponibles en distritos y provincias, se complementa la información de acuerdo con el contexto del proyecto sujeto a evaluación ambiental.

Tomando en cuenta indicadores socioeconómicos, el DIFU registra los impactos sociales y la salud. Forman parte de los informes sociales que elaboran las autoridades estadísticas en ámbitos urbanos a escala de microdistritos estadísticos con un promedio de 10 000 habitantes. Desde la perspectiva espacial se analiza el entorno habitacional a través de estudios socioepidemiológicos, aprovechando los distritos estadísticos que las autoridades definieron desde la década de 2000, los cuales brindan información social relevante para las principales ciudades (desempleo, ingreso promedio, etc.). Estos datos permiten el análisis de problemas preexistentes en la salud dentro de un entorno habitacional, además del monitoreo y la evaluación de medidas de planificación. En los programas de renovación urbana ya se aprovechan por primera vez las experiencias de análisis y evaluación de la planificación por barrios urbanos[286]. Los análisis cuantitativos o catastros del ámbito social brindan información más detallada aún. Se pueden aprovechar los procedimientos analíticos por factores o clústers para analizar las estructuras sociales problemáticas con gran exactitud, llegando al

284 LIGA NRW 2008.

285 Bär *et al.* 2010, 54 y siguientes.

286 Thomson *et al.* 2006; Gibson *et al.* 2011; portales electrónicos Soziale Stadt NRW y Soziale Stadt Bund.

nivel de conjuntos habitacionales (como se ha hecho, por ejemplo, para las ciudades de Düsseldorf[287] o Mülheim an der Ruhr)[288]. La razón para la presentación cartográfica y estadística de las necesidades sociales es la creciente orientación hacia el entorno social y vivencial de las autoridades de planificación urbana y social[289]. La oficina de asistencia juvenil de la ciudad de Düsseldorf lidera la elaboración de análisis de los distintos entornos sociales, que describen, entre otros, el estado de las edificaciones y su equipamiento con infraestructura social y de salud.

Las características materiales en forma de potenciales y recursos para fomentar la salud en el entorno habitacional (por ejemplo, número y estado de áreas verdes públicas, juegos infantiles, áreas deportivas, ciclovías o zonas de tránsito restringido) dependen de los procesos de planificación de infraestructura a cargo del departamento municipal de áreas verdes o de tránsito. En ocasiones, se elaboran mapas que no se actualizan con frecuencia por el alto costo y el esfuerzo que demandan. El registro de indicadores químicos, físicos y medioambientales por parte de los departamentos municipales a cargo de medio ambiente y planificación urbanística (por ejemplo, inmisiones de ruido, contaminación del aire, tipo y grado de uso del suelo) se rige por otras disposiciones (legales). Las características sociales, materiales, químicas y físicas del entorno habitacional pueden variar con el tiempo por diferentes razones.

Existe una relación recíproca entre infraestructura y estructura poblacional, aunque esta última tiende a variar con mayor frecuencia. Para establecer una base informativa integral del entorno habitacional aparentemente basta con un estudio básico que incluya diferentes temas y la detección de eventuales impactos. El monitoreo anual podría enfocarse en informes sociales profesionales, con el fin de detectar procesos sociales en los entornos habitacionales y llegar a conclusiones sobre posibles cambios en las características materiales, químicas y físicas en los diferentes espacios urbanos.

Por último, el conjunto de indicadores debe brindar una base y servir como punto de partida para la evaluación cualitativa y detallada del entorno habitacional, su población, el estado de las construcciones y las áreas públicas. En casos específicos de planificación se relacionan los datos cuantitativos con datos cualitativos para obtener una perspectiva de múltiples niveles de las funciones objetivas y subjetivas del entorno habitacional del área y de los impactos psicológicos y sociales. Por ejemplo, los indicadores cualitativos se obtienen con ayuda de estimaciones de expertos o encuestas a los hogares[290]; estos indicadores se utilizan para argumentar verbalmente las conclusiones de la investigación en las EIA.

Este concepto de recopilación de datos con participación ciudadana se podría desarrollar e institucionalizar en forma de una conferencia municipal de salud,

287 Jugendamt 2005.

288 Ide 2005.

289 Mardorf 2006.

290 Köckler *et al.* 2008.

como en el artículo 24 de la ÖGDG NRW. Dicho órgano podría reunir a expertos de diferentes especialidades administrativas y otros; por ejemplo, dirigentes de barrios, servicios sociales, grupos ambientalistas o médicos. Estas personas podrían determinar los elementos claves para el informe municipal de salud y emitir dictámenes para proyectos, planes y programas sujetos a EIA. También estarían en condiciones de impulsar proactivamente los procesos de planificación.

5.3 Determinantes del entorno natural

5.3.1 Introducción

Thomas Claßen, Ilse Albrecht

De acuerdo con la definición amplia del término "medio ambiente" como figura en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA)[291], la salud y el bienestar del ser humano son el resultado del medio ambiente social, territorial, natural, constructivo, técnico y cultural[292]. Los medios ambientales aire, suelo y agua, conjuntamente con los procesos naturales (por ejemplo, servicios ecosistémicos), tienen impactos directos en la salud física, psíquica y mental. Por otro lado, existen efectos, muchas veces indirectos, causados por el conjunto de impactos, por ejemplo por el aspecto escénico del paisaje.

5.3.2 Naturaleza y paisaje

Thomas Claßen, Ilse Albrecht

La naturaleza y el paisaje afectan nuestro bienestar físico, psíquico, mental y social de varias formas[293]. El impacto del paisaje supera el efecto netamente visual, ya que para apreciar el paisaje se requieren varios sentidos, incluyendo el olfato y la audición. Por eso, el aspecto escénico del paisaje se entiende como un conjunto de impresiones visuales y sensoriales, con sus típicas características naturales e históricas, sus sonidos y aromas propios[294]. Asimismo, los cambios estacionales desempeñan un papel esencial en las características del paisaje.

El concepto de paisaje comprende también características no perceptibles a nivel físico-material[295]. La construcción del paisaje es el resultado de la percepción y de un conjunto de experiencias, valores y significados del contexto subjetivo, individual, social y cultural[296].

291 Esta evaluación es un estudio de las Naciones Unidas, elaborado entre 2001 y 2005, que brinda una visión del estado global de los ecosistemas y sus "servicios ecosistémicos". Un elemento central de dicho estudio es el bienestar del ser humano.

292 Meyer & Sauter 1999; MA 2005.

293 Abraham *et al.* 2007; Claßen & Kistemann 2010.

294 Köhler & Preiß 2000.

295 Jessel 2005.

296 Ipsen 2006; Kühne 2008.

El aspecto escénico del paisaje recién "surge" como tal a través de la percepción humana dentro de un contexto individual y social y, de esta forma, se interioriza para convertirse en un paisaje mental (mental landscape). Este puede diferir significativamente del paisaje físico original (por ejemplo, en su imagen fotográfica)[297]. Se debe tomar en cuenta el grado de identificación de la persona con determinados ambientes o tipos de paisaje. Ocasionalmente, ciertos paisajes se aprovechan como metáforas para representar recuerdos o esperanzas (por ejemplo, el ideal de los mares del sur)[298].

Desde la década de 1970 existen indicios del aporte de la naturaleza y los paisajes para fomentar la salud y el bienestar del ser humano. En este contexto, a menudo se distingue entre paisajes urbanos, rurales, naturales y casi naturales porque al parecer tienen impactos distintos[299]. Visto de otra manera, los paisajes pueden tener efectos terapéuticos y fomentar la salud (concepto de paisajes terapéuticos)[300].

En los últimos años, en países de habla alemana se han publicado excelentes estudios dedicados a analizar de forma integral el tema "paisaje, salud y bienestar". En Abraham *et al*[301]. se identifican diferentes componentes del paisaje con impacto en la salud:

- Componente ecológico: influencias físicas y materiales del paisaje natural o antropogénico que tienen un impacto positivo o negativo en la salud.
- Componente estético: arquitectura paisajista de acuerdo con la percepción estética de la sociedad. Tiene carácter funcional y forma parte de la infraestructura de fomento de la salud (planificación urbana, arquitectura paisajista, etc.).
- Componente físico: aspectos de unidades espaciales de paisajes que fomentan la actividad física, recreativa y deportiva al aire libre y así aportan al bienestar físico.
- Componente psíquico: aspectos de paisajes que influyen en el bienestar psíquico y mental del ser humano.
- Componente social: aspectos de paisajes que fomentan el encuentro y el intercambio social y con ello aportan al bienestar social, la integración y la inclusión.
- Componente pedagógico: aspectos de unidades espaciales de paisajes que aportan al encuentro entre niños y adolescentes con el paisaje y fomentan su salud.

Para precisar, faltaría un componente simbólico que describa el significado de la naturaleza y los paisajes en los ámbitos social, cultural e individual[302]. Nohl, en una conferencia sobre el tema, sostiene: "El paisaje produce una sensación de bienestar, cuando el ser humano usa su cuerpo, sus sentidos, sus competencias

297 Kühne 2008.

298 Abraham *et al*. 2007.

299 Entre otros, Kaplan & Kaplan 1989.

300 Claßen & Kistemann 2010.

301 2007, 16 y siguientes.

302 Claßen & Kistemann 2010; Rittel *et al.* 2014.

sociales y de simbolización para llegar a apreciar la dimensión real del paisaje a través de múltiples experiencias individuales complementarias"[303].

El ser humano pretende adueñarse del paisaje para fomentar su salud y bienestar. El bienestar en el paisaje es considerado un sentimiento. Dado que los sentimientos siempre están ligados a necesidades, en especial aquellos elementos del paisaje que satisfacen necesidades de los seres humanos son los que generan mayor bienestar. Para ello, se deben satisfacer importantes conjuntos de necesidades[304]:

- Necesidad de experimentar la naturaleza
- Necesidad de experimentar el terruño
- Necesidad de libertad
- Necesidad de tranquilidad y descanso

La necesidad del ser humano de experimentar la naturaleza y adueñarse de ella no se limita a esta en su estado original. En este sentido, se distingue la experiencia natural positiva de la experiencia de naturaleza original en el contexto de un área protegida o un biotopo. Los paisajes culturales, incluyendo paisajes urbanos con aspecto natural, se aprecian por servir como punto de identificación[305]. Las áreas verdes urbanas, los cuerpos de agua y también los componentes arquitectónicos con características estéticas desempeñan un papel importante como referentes en este contexto.

Para garantizar que la naturaleza y los paisajes cumplan con sus funciones recreativas previstas por ley estas deben satisfacer dichas necesidades. Köhler y Preiß[306], usaron estudios empíricos para determinar qué manifestaciones y estructuras de la naturaleza y los paisajes se perciben como más atractivos:

- Cuerpos de agua (corrientes y no corrientes transparentes) de aspecto "limpio", y accesibles.
- Lugares accesibles y seguros para descansar y socializar.
- Panoramas amplios.
- Variedad de aspectos, estructuras y especies.
- Paisajes rurales, ricos en elementos estructurales pero a la vez con aspecto ordenado.

Desde la perspectiva del fomento de la salud, los beneficios de la naturaleza y los paisajes se refuerzan cuando son multifuncionales y brindan experiencias distintas para diferentes grupos poblacionales: vivencias, encuentros, inclusión, actividad física, recreación y regeneración. En el caso ideal, ofrecen paralelamente otros servicios ecológicos para fomentar la salud; por ejemplo, generar un equilibrio climático-ecológico o disminuir la contaminación del aire o los

303 Nohl 2008.

304 Ib.

305 Kaplan & Kaplan 1989; Meier *et al.* 2005; Abraham *et al.* 2007; Claßen *et al*. 2012.

306 Kohler & Preiß 2000.

ruidos[307]. Para procedimientos de planificación y autorización, estos aspectos deberían considerarse prioritarios al registrar y ponderar los impactos en la salud.

El artículo 1, párrafo 1, de la Ley Federal de Protección de la Naturaleza convierte la protección de la naturaleza y los paisajes en una obligación: "La naturaleza y los paisajes [...] se protegen en áreas urbanas y rurales por su importancia para la vida y la salud del ser humano y por responsabilidad frente a futuras generaciones". En este contexto, el término paisaje incluye características de variedad, peculiaridad, belleza y valor recreativo. Para garantizar la conservación de estos factores en el largo plazo es necesario:

- Conservar paisajes naturales y paisajes culturales de valor histórico, incluyendo bienes de valor cultural, arquitectónico y arqueológico, y evitar su destrucción, dispersión urbana y otros impactos negativos.
- Proteger y garantizar el acceso público al paisaje con fines recreativos, sobre todo en entornos habitados y sus cercanías, respetando sus características y localización (Ley Federal de Protección de la Naturaleza, artículo 1, párrafo 4).

5.3.3 Valor recreativo de la naturaleza y del paisaje

Thomas Claßen, Hendrik Baumeister, Ilse Albrecht

En el artículo 24 de la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos Humanos se reconoce el derecho de todo ser humano a la recreación y el tiempo libre[308]. Este principio, como Estado social reconocido por la Constitución o ley fundamental alemana, obliga al Gobierno Federal a generar y garantizar condiciones favorables para que todos los grupos poblacionales disfruten de actividades recreativas y de descanso[309].

Esta función soberana de la previsión de opciones recreativas tiene importantes consecuencias sobre todo para el ordenamiento territorial. Existen contradicciones debido a la divergencia de intereses respecto del uso del espacio (desarrollo urbano versus protección de naturaleza y medio ambiente, etc.), como también por aspectos de salud, que se deben solucionar[310].

La Ley Federal de Protección de la Naturaleza especifica esta obligación de proveer recreación a través de las funciones de la naturaleza y los paisajes. En el artículo 1, párrafo 1, inciso 1, dice: "La naturaleza y los paisajes [...] se protegerán con el fin de conservar su valor recreativo a largo plazo". En esta ley, artículo 7, párrafo 1, inciso 3, se define la recreación como: "Actividades vinculadas al acercamiento con la naturaleza en el tiempo libre, incluyendo actividades deportivas compatibles con la naturaleza y espacios en los que los individuos puedan

307 Claßen *et al.* 2012.

308 UNO 1948.

309 Spittler *et al*. 2000.

310 BMUB 1997.

estar libremente". El organismo humano no solamente demanda recreación por la experiencia que esta genera, sino que la requiere para regenerar los recursos físicos y mentales que se desgastan en el trabajo o por estrés[311].

Las unidades de espacios naturales brindan ofertas recreativas y de descanso y, por otro lado, actividad física. Aportan de esta manera a la regeneración y fomentan el bienestar físico y psicológico[312].

El valor recreativo describe la utilidad de un lugar determinado para fines recreativos[313]. El impacto contemplativo de un lugar define en gran parte su valor. Percibimos aspectos naturales del lugar y también, en el caso de áreas recreativas y de recuperación, se aprecian la tranquilidad y la pureza del medio ambiente. Los aspectos estéticos y la diversidad son otros factores importantes para determinar el valor recreativo de un lugar[314].

La suma global positiva de nuestras impresiones sensoriales determina el valor estético del lugar y su aceptación como oferta recreativa. Esta percepción estética depende de factores subjetivos e individuales como educación, crianza, religión, cultura, experiencias personales y grado de identificación con determinado lugar. Al observar los factores indicados se resalta la subjetividad de la percepción, que depende de ideologías y convenciones sociales (estética colectiva o social)[315].

Otro factor importante para la percepción estética son las expectativas que se tiene sobre el lugar ya que, al no satisfacerlas, este nos parece menos atractivo. De esta manera, son factores importantes para la percepción estética su función y utilidad, y las sensaciones (vista, oído, olfato, paladar y tacto) que aportan. La estimulación de los sentidos es otro aspecto importante del valor recreativo de un lugar. Un lugar recreativo debe brindar una variedad estimulante de experiencias y actividades para captar la atención (sensorial) del visitante[316]. Como en el caso de la percepción estética, la sensación es un aspecto de percepción individual[317].

Las áreas recreativas se clasifican en tres niveles territoriales, según la dimensión de su entorno: regional, local y domiciliario.

El nivel regional se refiere a extensas áreas recreativas en su totalidad y por sectores. Este tipo de área recreativa se aprovecha habitualmente para una excursión por un día o un viaje en vacaciones. A este nivel, las experiencias de naturaleza y cultura son los principales atractivos.

El nivel local requiere sobre todo de ofertas recreativas dentro del contexto urbano: parques, áreas verdes, lagunas, lagos, ríos y sus riberas. Se incluyen también obras civiles construidas por el hombre: canchas deportivas, plazas y ofertas

311 Gilles *et al*. 2005.

312 Entre otros, Grahn & Stigsdotter 2002; Job-Hoben *et al.* 2010.

313 Ott & Baur 2005.

314 Grahn & Stigsdotter 2002.

315 Krömker 2005; Tessin 2008.

316 Kaplan & Kaplan 1989.

317 Krömker 2005.

gastronómicas. Este nivel satisface las necesidades de la población en el lugar de su vida diaria y su tiempo libre, allí donde las personas permanecen, se movilizan y se encuentran con los demás.

El nivel domiciliario (casa-habitación, departamento, jardín privado) es netamente individual. Es el lugar seguro y protegido para el residente, pero también brinda espacios de regeneración (descanso, pasatiempos, sueño, etc.). Sobre todo los niños, los encargados de su crianza y los adultos mayores pasan gran parte de su tiempo en su entorno habitacional privado. Un impacto negativo permanente en la calidad recreativa de este nivel, por ejemplo contaminación con ruidos u olores, tiene consecuencias graves permanentes por afectar este espacio recreativo individual.

El impacto negativo sobre el valor recreativo a menudo depende de los impactos nocivos para la salud y el bienestar indicados en los capítulos 5.4-5.6.1; el ruido es un ejemplo de factor de trastorno. También existen perjuicios directos por impactos psicosociales en territorios con problemáticas sociales, que empeoran si se carece de ofertas recreativas adecuadas en el entorno[318].

5.3.4 Contaminación visual de paisajes y bienestar

Ilse Albrecht

Existen diferentes impactos negativos que afectan el entorno habitacional y la percepción del paisaje y, en consecuencia, su función recreativa. Los siguientes elementos generan contaminación visual:

- Excesiva transformación tecnológica del paisaje. El mayor impacto proviene por lo general de instalaciones con dimensiones poco naturales (antenas, plantas de energía eólica, líneas de transmisión eléctrica, paredes de protección de ruidos, represas y similares), cuando ocupan grandes volúmenes del espacio ("infraestructura voluminosa")[319]. El nivel del impacto visual depende; sin embargo, de la integración de estas instalaciones en el aspecto escénico del paisaje.
- Otros factores, como ruidos y olores desagradables, contribuyen a reforzar el nivel del impacto visual adverso.

A la fecha no existen indicadores legalmente vinculantes para la evaluación de la contaminación visual, pero es cierto que el grado de impacto es muy subjetivo y depende de valores personales. Para evaluar impactos visuales adversos se considera la intensidad del efecto óptico negativo que disminuye a mayor distancia, igual que ruidos y olores.

Nohl[320] aprovecha este hecho para definir zonas de impacto para los objetos en función de altura y tipo de construcción. Estas zonas tienen un nivel de percepción decreciente: afectan significativamente el aspecto escénico del paisaje en la zona

318 Véase el capítulo 4.2.

319 Nohl 2001.

320 Nohl 1993.

de impacto cercana al objeto y en menor grado en zonas de impacto más distantes. Ocasionalmente, desde fuera de las zonas de impacto el objeto se logra visualizar, pero como un elemento trivial en el paisaje.

En la actualidad se aplica este concepto de relación distancia-efecto visual a las distancias mínimas exigibles para la planificación de plantas eólicas. De esta manera se busca impedir la contaminación visual en las áreas residenciales, los paisajes protegidos o los lugares recreativos. La tabla 2 indica las distancias recomendadas en los diferentes estados federados de Alemania.

Tabla 2. Alemania: distancia de las unidades de energía eólica de zonas residenciales y de prioridad para naturaleza y paisaje de acuerdo con las recomendaciones de distancias del ordenamiento territorial, por estado federado

Estado federado	Zonas residenciales	Zonas residenciales con domicilios aislados	Zonas de prioridad para naturaleza y paisaje
Baden-Wurtemberg	700 metros Evaluación individual	700 metros Evaluación individual	—
Baviera	800 metros	500 metros	Evaluación individual Máximo 1000 metros
Brandeburgo	1000 metros	—	Evaluación individual
Hamburgo	500 metros	300 metros	
Hesse	1000 metros Evaluación individual	1000 metros Evaluación individual	Evaluación individual
Mecklemburgo-Pomerania Occidental	1000 metros	800 metros	Evaluación individual
Baja Sajonia	1000 metros	—	—
Renania del Norte-Westfalia	Evaluación individual	Evaluación individual	Evaluación individual
Renania-Palatinado	1000 metros	400 metros	—
Sarre	Evaluación individual	Evaluación individual	200 metros
Sajonia	750-1000 metros Plantas eólicas >100 m: 10 x altura de buje de la turbina	300-500 metros	Evaluación individual

Estado federado	Zonas residenciales	Zonas residenciales con domicilios aislados	Zonas de prioridad para naturaleza y paisaje
Sajonia-Anhalt	1000 metros Plantas eólicas >100 metros: 10 x altura total	1000 metros	Evaluación individual
Schleswig-Holstein	800 metros	400 metros	Evaluación individual
Turingia	750-1000 metros	—	Evaluación individual

Elaboración propia con base en los datos de la Iniciativa Federal y Regional para la Energía Eólica (versión de mayo de 2013). Disponible en <http://www.erneuerbare-energien.de/unser-service/mediathek/downloads/detailansicht/artikel/ueberblick-zu-denlandesplanerischen-abstandsempfehlungen-fuer-die-regionalplanung-zur-ausweisung-von-windenergiegebieten/>.

La construcción de nuevas líneas de transmisión eléctrica con capacidades de 380 kV se considera de prioridad nacional. Las distancias mínimas a partir de entornos habitacionales se rigen por la Ley para la Ampliación de la Matriz Eléctrica. Donde no sea posible respetar las distancias mínimas a partir de edificaciones habitacionales (en los casos de edificios habitacionales: 400 metros en zonas céntricas y 200 metros en zonas periféricas), se propone la conducción subterránea de líneas eléctricas con un recorrido mínimo de 3 kilómetros. Mediante la conducción subterránea se evitan impactos visuales adversos en entornos habitacionales por la instalación de torres de alta tensión. Las distancias establecidas en el estado de Baja Sajonia se rigen por el programa estadual para el ordenamiento territorial[321].

5.3.5 Condiciones microclimáticas

Andrea Rüdiger

Existen múltiples interrelaciones entre el clima, el estado del tiempo y la salud humana. Por eso el clima se considera como bien a proteger y los posibles efectos adversos se toman en cuenta en la evaluación ambiental. En EIA recientes, generalmente se consideran los efectos de proyectos y planes sobre zonas generadoras de aire fresco y frío y el mantenimiento de corredores para la circulación del aire fresco.

El microclima se refiere a las capas de aire cercanas al suelo hasta una altura de 2 metros, y también al clima especial presente dentro de espacios estrechos (por ejemplo, entre las edificaciones en una ciudad). El microclima tiene un impacto directo sobre plantas, animales y seres humanos.

321 LROP Niedersachen 2013.

En entornos artificiales, por ejemplo las ciudades, se encuentran factores como la densidad urbana, el grado/tipo del sellado impermeabilizante del terreno, la vegetación, los materiales predominantes en la construcción, la arquitectura, la variación de la radiación solar y la sombra, o la modificación de las corrientes de aire. Estos factores afectan el microclima, de modo que puede diferenciarse significativamente del característico mesoclima regional en la zona. Incluso cambios pequeños pueden causar efectos en el microclima, por ejemplo, la construcción o la demolición de un edificio, o variaciones de las corrientes de aire. Son múltiples los factores climáticos que afectan el clima de una ciudad y su entorno, lo que crea diferentes zonas climáticas ("climátopos") (categorías según la norma VDI 3787 Hoja 1)[322].

En las ciudades se registran temperaturas superiores y precipitaciones inferiores en comparación con las zonas rurales cercanas. La altura y la densidad de las construcciones urbanas constituyen una barrera para las corrientes de aire en las capas cercanas a la superficie urbana. En estos lugares, la velocidad del viento se puede reducir hasta en un 20 % (tabla 3).

Tabla 3. Alemania: efectos característicos del clima urbano

Factor de influencia	Diferencia con áreas no construidas del entorno	Factor de influencia	Diferencia con áreas no construidas del entorno
Temperatura del aire · Promedio anual · Mínimo en invierno · En ocasiones	Aproximadamente +2 grados Hasta +10 grados Hasta +15 grados	**Viento** · Velocidad · Dirección de ráfagas · Velocidad de ráfagas	Hasta -20 % Variación fuerte Aumenta
Radiación UV · Verano · Invierno	Hasta -5 % Hasta -30 %	**Horas de sol por día** · Verano · Invierno	Hasta -8 % Hasta -10 %
Flujo de calor sensible	Hasta +50 %	Almacenamiento de calor en el subsuelo y en las edificaciones	Hasta +40 %
Radiación global (superficie horizontal)	Hasta -10 %	Energía calórica emitida por la atmósfera	Hasta +10 %
Precipitación · Lluvia · Nieve · Rocío	Mayor (sotaviento) Menor Menor	**Humedad ambiental** · Relativa · Absoluta	Menor Igual
Neblina · Ciudad grande · Ciudad pequeña	Menos Mas	**Contaminación del aire** · CO, NOx, PM_{10}, AVOC*, PAN** · O3	Superior Inferior con picos fuertes
Periodo vegetativo biológico y climático	Aumenta en hasta 10 días	Periodo de heladas	Disminuyen en hasta 30 %

* Carbohidratos antropogénicos.
** Nitrato de peroxiacilo.
Fuente: Rannow 2009, 14-15.

322 VDI 1997.

En la ciudad hay más periodos de ausencia de vientos y menos ráfagas de aire en comparación con las zonas aledañas. En consecuencia, disminuye la circulación de aire o, en ocasiones, el aire se queda estancado. Esto contribuye a la acumulación de agentes contaminantes y al aire caliente en la ciudad. De esta manera, las modificaciones de las superficies y los perfiles de parques, avenidas o edificaciones ayudan a generar turbulencias y compensar la deficiente circulación y la elevación de las temperaturas del aire.

Es necesario considerar las condiciones microclimáticas actuales y resultantes en la planificación y el desarrollo urbano para respetar adecuadamente la salud y el bienestar de los habitantes y la obligación de garantizar condiciones habitacionales y laborales saludables (norma VDI 3787). En la discusión en torno al cambio climático se prevé un posible aumento de las temperaturas, peligros relacionados con fenómenos meteorológicos extremos, peligros por organismos portadores de enfermedades y demás peligros para la salud como consecuencia de otros riesgos relacionados con el impacto climático[323].

5.4 Determinantes químicos

5.4.1 Suelo

Monika Machtolf

5.4.1.1 Factores de influencia y su efecto

El suelo es la parte superficial de la corteza terrestre. Limita en su parte inferior con roca sólida o suelta, mientras su parte superior generalmente soporta la cobertura vegetal y limita con la atmósfera terrestre. Desde una perspectiva pedológica, el suelo se define como el horizonte límite expuesto a procesos formativos, que yace entre la litósfera (zona rocosa) y la biósfera, ya sea la atmósfera terrestre o la hidrósfera. En este horizonte, llamado pedósfera, se encuentran: componentes minerales del suelo, componentes orgánicos del suelo, agua subterránea y aire del suelo. El suelo es el soporte principal para la vida de plantas, animales y humanos, además almacena agua, retiene agentes nocivos, regula el clima, guarda testimonio de eventos naturales y culturales, y es fuente de alimentos y recursos minerales. El suelo es también el soporte físico para la construcción, la recreación, el tránsito y la logística.

Los suelos pueden tener un componente natural de sustancias inorgánicas, por ejemplo metales pesados, que varía por las actividades del ser humano en mayor o menor grado. Así las concentraciones de níquel y cromo en el suelo son frecuentemente de origen natural. En cambio, las concentraciones de zinc, plomo, cadmio y cobre, sobre todo en las capas superiores del suelo, son frecuentemente de origen antropogénico (por ejemplo: provenientes de residuos líquidos, residuos sólidos, fertilizantes, plaguicidas agrícolas).

323 Véase el capítulo 5.7.

En suelos naturales, además de los yacimientos de hidrocarburos fósiles, generalmente no se encuentran restos de agentes nocivos orgánicos. Hay excepciones en caso de compuestos orgánicos producto de erupciones volcánicas o incendios forestales. Sin embargo, la mayor parte de los agentes nocivos orgánicos proviene de la actividad humana y data de épocas recientes, pues esta actividad —como afirma el Grupo de Trabajo Federal y de Estados Federados para la Protección del Suelo (LABO)— recién empezó a afectar al medio ambiente en la era de la industrialización mundial que se inició en el siglo XX[324].

Los agentes nocivos en el suelo pueden afectar directamente a la salud humana de determinados grupos poblacionales o durante ciertas actividades. Los niños pequeños pueden entrar en contacto con el suelo cuando juegan, y de esa manera es posible que ingieran contaminantes que se encuentran en las partículas del suelo. Los niños mayores pueden generar considerables cantidades de polvo en el aire durante sus actividades de juego que contienen contaminantes provenientes del suelo. En el caso del uso comercial de terrenos se pueden producir también contaminaciones del aire provenientes del suelo. Además, ocurren en el medio ambiente procesos de transferencia que pueden trasladar los contaminantes del suelo, por ejemplo hacia plantas forrajeras y de alimentos o hacia el agua subterránea, y de esa manera al agua potable. También hay sustancias volátiles que pueden evaporarse hacia la atmósfera.

5.4.1.2 Impactos sobre la salud

RUTA DE EXPOSICIÓN SUELO - SER HUMANO

La calidad y las características de los diferentes medios ambientales pueden afectar a la salud humana. Para evaluar posibles consecuencias se diferencia entre las varias vías de exposición (oral, inhalación, cutánea). Por otro lado, existen las moléculas u órganos (puntos finales de impacto) donde se pueden observar los efectos tóxicos o cancerígenos. Surge así la necesidad de evaluar efectos sistémicos, impactos que dependen de múltiples vías de exposición o impactos locales.

Cuando el ser humano se expone a contaminantes del suelo, los efectos en su salud y los órganos afectados dependen de la duración y frecuencia de las exposiciones (véase el capítulo estimación cuantitativa del riesgo, estimación de la exposición), así como de la concentración y toxicidad de la sustancias del suelo. En caso de ingestión de algunos metales pesados o semimetales por vía oral, se observan los efectos más delicados en forma de lesiones cutáneas (arsénico), efectos neurotóxicos (plomo), daños en los riñones (cadmio), efectos en el feto (níquel), daños del sistema inmunológico (compuestos inorgánicos con mercurio) o efectos cancerígenos (arsénico, hidrocarburos aromáticos policíclicos). En caso de inhalación de partículas provenientes del suelo contenidas en el aire, se pueden presentar efectos cancerígenos locales (cromo) o daños del sistema respiratorio (níquel). Algunas sustancias, por ejemplo el cianuro o también el arsénico, son extremadamente tóxicas en altas concentraciones y pueden tener un efecto

324 LABO 2003.

letal incluso por ingestión de pequeñas cantidades de suelo (aproximadamente 10 gramos).

Información completa acerca de la toxicidad de sustancias relevantes se presenta en las fichas informativas de Eikmann *et al*[325]. Las observaciones comparativas y la cuantificación de las principales vías de exposición para la ruta de exposición suelo - ser humano figuran en las fichas informativas del Agencia Federal del Medio Ambiente (UBA)[326], que son de acceso libre.

RUTA DE EXPOSICIÓN SUELO - PLANTA CULTIVADA - SER HUMANO

Para evaluar mejor la vía de actuación suelo - planta cultivada - ser humano se deben considerar los procesos de enriquecimiento y transporte de agentes nocivos desde el suelo a la planta cultivada junto con los hábitos individuales de consumo de vegetales.

Las plantas absorben los agentes nocivos del suelo mediante tres diferentes vías:

- Absorción de sustancias disueltas en el agua a través de las raíces y posterior transporte de esta en la planta (vía sistémica, es la más importante, por ejemplo, en el caso del cadmio).
- Absorción de sustancias volátiles a través de las estomas o la cutícula de las plantas y posterior transporte de estas en la planta (vía gaseosa, por ejemplo en el caso de dioxinas [PCB]).
- Acumulación de partículas de suelo y polvo encima de las superficies de la planta y la posterior absorción y acumulación a través de la cutícula (vía depósitos/contaminación superficial, por ejemplo en el caso de benzopireno).

Además de la contaminación con agentes nocivos procedentes del medio ambiente, existen factores de impacto sobre suelo, plantas y sustancias que influyen en la capacidad de determinadas especies vegetales para acumular sustancias. Una vez que la sustancia nociva haya ingresado desde el suelo a la parte comestible de la planta pasa, por vía oral, al organismo humano y causa el efecto nocivo correspondiente; eventualmente, junto con otra fracción del agente absorbido directamente desde el suelo, por ejemplo al trabajar con la tierra del huerto. En consecuencia, hay algunas sustancias, por ejemplo el cadmio y el talio, que son fácilmente absorbidas por la planta desde el suelo (vía sistémica). En estos casos se evalúan de manera integral todas las vías de exposición. En este contexto se estima la cantidad absorbida del agente nocivo basándose en análisis de muestras representativas de materia vegetal o estimaciones de transferencia suelo-planta. Además, se requieren supuestos para estimar la exposición (cantidad y frecuencia de consumo). Para evaluar la ruta de exposición suelo - planta cultivada - ser humano, hay que tomar en cuenta los procesos de enriquecimiento y transporte de contaminantes desde el suelo hacia la planta cultivada, así como las cantidades de consumo de los vegetales a nivel individual.

325 Eikman *et al.* 1999.

326.UBA 1999.

Las plantas absorben los contaminantes del suelo principalmente a través de 3 diferentes vías parciales:

- Absorción de sustancias disueltas en el agua a través de las raíces y posterior transporte de las sustancias en la planta (vía sistémica, es la más importante —por ejemplo— en el caso del cadmio).
- Absorción de sustancias volátiles a través de las estomas o la cutícula de las plantas y posterior transporte de sustancias en la planta (vía gaseosa, por ejemplo en el caso de dioxinas (PCB)).
- Acumulación de partículas del suelo y polvo en las superficies de la planta, y en parte posterior absorción y acumulación a través de la cutícula (vía depósitos/contaminación superficial, por ejemplo en el caso de benzopireno).

Además de la contaminación del medio ambiente, existen factores específicos del suelo, de la planta y de las sustancias que influyen en la capacidad de acumular los contaminantes en las distintas especies vegetales. Una vez que la sustancia nociva haya ingresado desde el suelo hacia la parte comestible de la planta alimenticia, puede pasar por vía oral al organismo humano y causar un impacto (eventualmente junto con una fracción de suelo contaminado que se ingirió por vía oral, por ejemplo: al trabajar con la tierra del huerto). En consecuencia, para el caso de algunos contaminantes es recomendable evaluar las sustancias de forma integral, considerando todas las vías de exposición. Esto es aplicable para sustancias como el cadmio y el talio, que son fácilmente absorbidas por la planta desde el suelo (vía sistémica). Para ello es requerido estimar la cantidad absorbida del contaminante, basándose en análisis de muestras representativas de materia vegetal o utilizando estimaciones de transferencia suelo - planta. Además, se requieren supuestos para estimar la exposición (cantidades y frecuencias de consumo).

5.4.1.3 Indicadores, fuentes de datos, técnicas de pronóstico

Para describir la contaminación en el suelo, se aprovechan datos existentes o datos provenientes de mediciones especiales de un muestreo representativo en una determinada área o de muestras individuales. La estrategia del muestreo en un sitio específico va a depender de las rutas y vías de exposición del caso, la extensión del área, la supuesta distribución de los contaminantes y del uso de suelo actual, planificado o histórico. En el anexo 1 del Reglamento Federal Alemán para la Protección del Suelo y Sitios Contaminados (BBodSchV), se indican claramente las exigencias y los requerimientos vigentes para la toma de muestras, su análisis y el aseguramiento de la calidad para este tipo de evaluaciones.

En caso de usar datos existentes, se deben documentar las circunstancias precisas en las que se obtuvieron, los métodos, las estrategias, las fuentes y toda otra información relevante para justificar la validez de dichos datos o para proceder a descartarlos[327]. Al utilizar métodos específicos de extracción, es posible determinar contenidos totales de sustancias, por ejemplo para metales pesados aplicando el método de extracción con agua regia (según norma DIN ISO 11466:97-06)[328].

SISTEMA DE INFORMACIÓN ESPECIALIZADO EN CONTAMINACIÓN DE SUELOS (FIS STOBO)

Una posible fuente de datos con información es, por ejemplo, el Sistema de Información Especializado en Contaminación de Suelos (FIS StoBo, por sus siglas en alemán) a cargo de Oficina Regional para la Naturaleza, Medio Ambiente y Protección del Consumidor de Renania del Norte-Westfalia, Alemania. En este sistema de información se registran datos relacionados con la contaminación de suelos por diferentes sustancias en dicho Estado Federado. Actualmente, el registro cuenta con aproximadamente 60.000 conjuntos de datos y la meta-información correspondiente, incluyendo información completa para determinados puntos de medición sobre contenidos de sustancias en los suelos del estado. Sobre todo, se dispone de datos acerca de metales pesados tóxicos y compuestos orgánicos persistentes.

MAPAS DE SUELOS CONTAMINADOS

Se cuenta con mapas digitales de suelos contaminados a nivel de distritos y provincias en el Estado Federado de Renania del Norte-Westfalia, Alemania, gracias al apoyo financiero del Gobierno Regional. Dichos mapas facilitan el trabajo de investigación, competencia de las autoridades (artículo 9 de la Ley Federal Alemana para la Protección del Suelo). Los mapas de la contaminación de suelos pueden ser elaborados por las autoridades locales para registrar impactos perjudiciales para el suelo (según artículo 5 de la Ley Regional para la Protección del Suelo de Renania del Norte-Westfalia).

Actualmente, el Estado Federado de Renania del Norte-Westfalia cuenta con mapas digitales de suelos y contaminantes para 40 distritos y provincias, equivalentes al 46 % de su territorio. Son de gran ayuda para las autoridades locales al brindar información para la prevención de riesgos y protección preventiva del suelo. También facilitan dictámenes en el marco de procedimientos de planificación y autorización.

Los datos de suelos contaminados registrados en los mapas digitales se integran en el Sistema de Información Especializada en Contaminación de Suelos, que brinda información para las evaluaciones realizadas por los usuarios[329].

327 Muchos de estos procedimientos están normalizados por el DIN cuyas normas se identifican con esa misma sigla [Nota del editor].

328 DIN 1997.

329 LANUV NRW 2007.

NIVELES DE FONDO

El conocimiento de la distribución general de sustancias en los suelos es de gran importancia para consideraciones de potenciales impactos como para cuestiones específicas sobre las sustancias. Por tal motivo, se han establecido en Alemania los niveles fondo o niveles de referencia, para sustancias inorgánicas (arsénico, cadmio, cromo, cobre, mercurio, níquel, plomo, talio) y orgánicas (PCB_6 (dioxinas), PAK, HCB, HCH (Hexaclorociclohexano), PCDD/F) en suelos (véase LABO 2003). Los niveles de fondo son concentraciones medidas y representativas para sustancias o grupos de sustancias generalmente presentes en suelos[330].

Estos niveles de fondo constituyen la concentración referencial de los contaminantes en el suelo indicando informacion de las características estadísticas y valores referenciales (roca primaria para la formación del suelo, horizonte del suelo, uso, diferenciación territorial).

La concentración de una sustancia medida en un punto determinado se compone del contenido natural (geogénico) de la sustancia en el suelo y de la distribución general de la sustancia en la superficie generada por inmisiones de fuentes antropogénicas difusas. Los niveles de fondo permiten la detección de suelos con altos contenidos de contaminantes como consecuencia de inmisiones originadas por emisores individuales o de pasivos ambientales. De esta manera, los niveles de fondo constituyen un instrumento valioso para la prevención eficaz.

Las disposiciones legales (artículo 10 del Reglamento Federal para la Protección del Suelo y Sitios Contaminados, junto con el artículo 9, párrafo 1, inciso 2) exigen medidas de prevención también para sustancias que (todavía) no cuentan con valores de prevención. Para evaluar los contenidos de tales sustancias en los suelos se recomienda el uso de los niveles det base. Además, estos valores sirven de punto de partida al evaluar impactos ambientales previsibles de un proyecto, tomando en cuenta la protección preventiva del suelo según el artículo 12 de la UVPG. El LABO establece exigencias concretas para la determinación de niveles de base (lugar, descripción, toma de muestras, elección de sustancias, análisis, características del suelo)[331].

CONTENIDOS MÓVILES O MOVILIZABLES

POTENCIAL DE RESORCIÓN

Puede ser de interés determinar no solamente la cantidad de contaminantes que puede ser ingerida por contacto directo con el suelo, sino también la cantidad de contaminantes que pueden ingresar por el sistema digestivo al organismo humano donde pueden causar impactos. Para ello, se requiere de procesos analíticos complejos sobre el potencial de resorción de contaminantes, tales como el procedimiento indicado en la norma alemana DIN 19738-04-07.

330 LABO 2003.

331 Ib.

Este procedimiento se basa en el conocimiento que solamente una determinada parte de las contaminantes adheridas o incluidas en partículas o la estructura del suelo es liberada por procesos de disolución y desorción en el aparato digestivo. El cuerpo puede absorber solamente esta fracción. El efecto de absorción ha sido considerado en la determinación de los valores referenciales de Alemania para contaminantes en suelos. Este procedimiento se aplica en la práctica para el análisis de sustancias que usualmente se ingieren por vía oral, como arsénico, plomo, cadmio y benzopireno (véase lo anterior).

Se han publicado instrucciones detalladas y experiencias prácticas con este procedimiento y la evaluación de los resultados obtenidos en la versión revisada de la ficha de trabajo número 22[332].

PROCESOS DE ACUMULACIÓN EN EL GRANO FINO

Para sustancias con impacto sensible por inhalación de partículas provenientes del suelo, por ejemplo níquel o cromo, actualmente no existe un procedimiento que permita controlar la presencia de estas en el aparato respiratorio.

Al determinar los valores de referencia para suelos del Reglamento Federal Alemán para la Protección del Suelo y de Sitios Contaminados (BBodSCHV), válidos para la ruta de exposición suelo – ser humano, se utilizó la concentración potencialmente nociva de 1 mg de partículas/m^3 de aire, sin especificar el tamaño de las partículas del polvo. Para comprobar los factores estándar de acumulación de contaminantes en la materia fina de un sitio especifico, se podría analizar directamente el contenido del contaminante en la fracción fina < 10 µm del suelo. Esta es la fracción que se considera relevante para aspectos humano-toxicológicos. Sin embargo, la metodología resulta complicada. Según las normas alemanes DIN 18123 y DIN 11277, se puede separar mecánicamente granos con diámetros superiores a 63 µm. Para el tamizado de partículas de menor diámetro (arcilla y limo hasta < 2 µm), se aplica la sedimentación en agua o pirofosfato de sodio.

Ante este reto, una posibilidad viable sería analizar la fracción del suelo < 63 µm para determinar aproximados de los procesos de acumulación de contaminantes en el polvo. En este caso, se analizan los contenidos totales o de determinadas especies químicas importantes de los contaminantes (por ejemplo, cromo VI), de la misma manera como se hace el suelo mismo (en este caso, se realiza el análisis en cumplimiento de la normativa alemana en la fracción < 2 mm del suelo).

DISPONIBILIDAD PARA PLANTAS

Para estimar la cantidad de sustancias nocivas provenientes del suelo que afectan al organismo humano a través de la ingesta de plantas por consumo humano, se recomienda un procedimiento para la determinación de la disponibilidad para plantas, según norma alemán DIN 19730:1997-06. Es un procedimiento de extracción de plomo, cadmio y talio según el anexo 1 del Reglamento Federal

332 LUA 2014.

Alemán para la Protección del Suelo y Sitios Contaminados, que toma en cuenta la ruta de exposición suelo – planta.

5.4.1.4 Escalas de evaluación

EXIGENCIAS MÍNIMAS PARA LA VÍA DE ACTUACIÓN SUELO - SER HUMANO

En la ley Federal Alemana para la Protección del Suelo y el reglamento correspondiente[333]. se han definido una serie de sustancias como valores referenciales aplicables a la evaluación de contaminantes del suelo. Estos valores están en función de las diferentes rutas de exposición y escenarios del uso de suelo (juegos infantiles, áreas residenciales, parques, áreas recreativas, zonas industriales y comerciales).

Para determinar estos valores referenciales, se deben considerar los conocimientos más recientes y aplicar una metodología estándar (véase comunicado con fecha 18 de junio de 1999). De acuerdo a diferentes disposiciones legales, se deben considerar no solamente la ingesta oral de contaminantes desde el suelo, sino también la inhalación y eventualmente la absorción cutánea. La evaluación de la exposición interna se debe basar en la dosis resorbida tolerable (TRD). Los valores TRD equivalen a la dosis de un contaminante en el cuerpo, la cual - de acuerdo a investigaciones recientes y considerando la sustancia individual – tiene una alta probabilidad de no ejercer efectos adversos sobre la salud humana, es decir, con una probabilidad baja de causar enfermedades.

En caso de no contar con valores dosis resorbida tolerable (véase la tabla 4 del comunicado del 18 de junio de 1999), se recurre a fuentes secundarias con documentación de características tóxicas de la sustancia correspondiente. Para desarrollar valores en caso de sustancias cancerígenas, no se clasifica el potencial cancerígeno independientemente, sino se aprovecha información existente de este tema.

El nivel de protección para sustancias con efectos tóxicos tiene como objetivo el nivel sin efecto adverso observado (No Observed Adverse Effect Level - NOAEL). La determinación debe considerar factores de seguridad, de acuerdo a la calidad de la fuente de datos, y debe ser aplicado para grupos vulnerables. Los efectos adversos se evalúan aplicando criterios determinados[334]. Considerando la información sobre la absorción de sustancias, es posible determinar en base de las dosis de resorción corporal (valores dosis resorbida tolerable) las aceptables dosis de exposición.

Referente a la relación con el peligro en el sentido de Ley Federal Alemana para la Protección del Suelos (es decir, probabilidad razonable de efectos adversos), se aplica el concepto de Konietzka & Dieter [335] en caso de sustancias con umbral de efectividad para determinar la dosis de riesgo y la dosis de protección mediante

333 Véase capítulo 4.7.

334 Véase comunicado del 18 de junio de 1999.

335 Konietzka & Dieter 1998.

el nivel de mínimo efecto tóxico observado (Lowest Observed Adverse Effect Level - LOAEL) para grupos vulnerable.

Referente a efectos cancerígenos, no existe un umbral de efectos, y por lo tanto no se puede determinar el valor NOAEL. En este caso, se determina el riesgo cancerígeno adicional por sustancias individuales. En análogo a los valores dosis resorbida tolerable según el Reglamento Federal Alemán para la Protección del Suelo y Sitios Contaminados (BBodSchV), se aplica un riesgo cancerígeno adicional de 1:105. Para establecer la relación con el riesgo de acuerdo a la Ley Federal Alemana para la Protección del Suelo, se aplica por convención un factor adicional de 5, de modo que resulta un nivel de riesgo de 5:105.

Para la evaluación del riesgo cuantitativo, y el análisis de diferentes escenarios de uso, es generalmente necesario tomar en cuenta la absorción cutánea de las sustancias. En el comunicado referente al Reglamento Federal Alemán para la Protección del Suelo y de Sitios Contaminados, se evalúan datos y propuestas metodológicas para sustancias orgánicos, que son absorbidos por vía cutánea.

La evaluación de los riesgos cuantitativos se basa generalmente en la consideración de los efectos más sensibles por exposición a largo plazo y a dosis bajas. En caso de algunas sustancias de toxicidad aguda (letal), la evaluación se enfoca en la exposición corta (por ejemplo, cianuro o arsénico). Se han definido supuestos de exposición, que paralelamente brindan información sobre efectos agudos.

Para la evaluación de sustancias cancerígenas se aplican los supuestos del Reglamento Federal Alemán para la Protección del Suelo y de Sitios Contaminados, asumiendo igual sensibilidad por parte de niños y adultos, a pesar de que la ciencia no ha podido confirmar tal supuesto a la fecha. Por eso, el comunicado referente al Reglamento Federal Alemán para la Protección del Suelo y de Sitios Contaminados propone la aplicación de un factor de seguridad de 10, por efectos prácticos, para reducir las dosis de riesgo en caso de dichas sustancias. Un ejemplo es el valor del nitrato aromático.

Los supuestos y las convenciones para la estimación de posibles exposiciones por absorción oral, inhalación o cutánea se calculan tomando en cuenta las condiciones del lugar, propuestos en el Reglamento Federal Alemán para la Protección del Suelo y de Sitios Contaminados.

Con los datos disponibles pertinentes para la toxicología humana y estimación de la exposición, se calculan valores para todas las rutas de exposición relevantes desde el punto de vista toxicológico, para luego comparar las vías de exposición correspondientes. Como resultado de los supuestos escenarios estándar, se obtienen valores de referencia ("Prüfwerte"), que se presentan en la tabla en la tabla 4[336].

336 Para propuestas adicionales de valores de control para otras sustancias consultar UBA 1999, 2011a, 2012a; y LABO 2008.

Tabla 4. Alemania: valores de control* según la Ley Federal para la Protección del Suelo respecto del ingreso de sustancias nocivas dependiendo de su utilización

Sustancia	Parques infantiles	Zonas residenciales	Parques, áreas recreativas	Terrenos industriales y comerciales
Arsénico	25	50	125	140
Plomo	200	400	1000	2000
Cadmio	10**	20**	50	60
Cianuro	50	50	50	60
Cromo	200	400	1000	1000
Níquel	70	140	350	900
Mercurio	10	20	50	80
Aldrina	2	4	10	—
Benzopireno	2	4	10	12
DDT	40	80	200	—
HCB	4	8	20	200
Mezcla HCH o Beta- HCH	5	10	25	400
Pentaclorofenol	50	100	250	250
PCB_6***	0,4	0.8	2	40

* Valores de materia seca de tierra fina: miligramos por kilogramo.

** En jardines particulares y huertos pequeños, que son usados tanto para juegos infantiles como para el cultivo de plantas alimenticias, se aplica un valor de control de 2,0 mg/kg de materia seca para el cadmio.

*** En caso de determinar el contenido total de PCB_6, los valores de medición se dividen entre 5.

Fuente: Ley Federal para la Protección del Suelo, artículo 8, párrafo 1, inciso 2, numeral 1, y Reglamento Federal para la Protección del Suelo y Sitios Contaminados, anexo 1.

PREVENCIÓN. BIEN A PROTEGER "SUELO"

Existen disposiciones legales para el bien a proteger suelo, por ejemplo, para la defensa contra peligros y la protección de la salud humana (véanse los valores de control e intervención). Por otro lado, también existen normas para los aspectos de prevención en la protección del suelo y sus funciones.

En el artículo 9 del Reglamento Federal Alemán para la Protección del Suelo y de Sitios Contaminados, se presentan valores de prevención para algunas sustancias en forma de contenidos globales diferenciados de acuerdo al tipo de suelo. La prevención obligatoria no constituye una responsabilidad retroactiva por la contaminación ocurrida en el pasado, sino rige exclusivamente para la contaminación futura. La superación de los valores límite y considerando a la vez que la liberación de contaminantes al suelo continúe, implica el riesgo en el futuro que se alternen las características del suelo y que se generen sitios contaminados[337].

337 Holzwarth *et al.* 2000.

Las diversas actividades humanas en zonas urbanas pueden causar elevadas concentraciones de contaminantes en los suelos a grandes escalas. Sin embargo, aun si se superan los valores de prevención, solo surge una preocupación de que se generen sitios contaminados, cuando existen a la vez emisiones considerables de contaminantes de otras fuentes de contaminación que pueden perjudicar las funciones del suelo.

El artículo 10 del BBodSchV define los requerimientos para la prevención de la contaminación del suelo por parte del responsable. En tal sentido, los responsables deben tomar medidas para evitar o disminuir de forma eficaz la incorporación de contaminantes en su terreno y área de influencia, siempre y cuando tal exigencia sea adecuada considerando el fin del uso del terreno. Estas medidas de prevención incluyen medidas técnicas en equipos o procesos, así como el análisis y monitoreo de suelos[338]. De acuerdo con los principios generales de la protección del medio ambiente y la salud, existe la exigencia de minimizar los niveles de sustancias cancerígenas, teratógenas y mutágenas. En las tablas 5 y 6 se brindan los valores de prevención correspondientes.

Tabla 5. Alemania: valores de prevención* según el Reglamento Federal de Protección del Suelo y Sitios Contaminados**

Tipo de suelo	Cadmio	Plomo	Cromo	Cobre	Mercurio	Níquel	Zinc
Suelo arcilloso	1,5	100	100	60	1	70	200
Suelo limoso	1	70	60	40	0,5	15	150
Suelo arenoso	0,4	40	30	20	0,1	15	60
Suelos con contenidos superiores por causa de factores naturales o grandes asentamientos humanos	No se considera peligroso, siempre y cuando no se esperen efectos nocivos por liberación de sustancias o incorporación de sustancias adicionales (artículo 9, párrafos 2 y 3).						

* Valores de materia seca: metales, tierra fina, en agua regia (miligramos por kilogramo).
** Versión de marzo de 2012.

Tabla 6. Alemania: valores de previsión* según el Reglamento Federal de Protección del Suelo y Sitios Contaminados**

Suelo	PCB_6	Benzopireno	PAK_{16}
Materia orgánica > 8 %	0,1	1	10
Materia orgánica <= 8 %	0,05	0,3	3

* Valores de materia seca: tierra fina (miligramos por kilogramo).
** Versión de marzo de 2012.

338 Ib.

En el marco de la ejecución de un proyecto, se considera la contaminación adicional, aplicando la normativa del Decreto Administrativo General para la Ejecución de la Ley Federal Alemana de Evaluación de Impacto Ambiental (18.09.1995). Dicha normativa brinda, entre otras, pautas para la evaluación de impactos en la composición del suelo. Esta evaluación debe estar orientada a la conservación de las funciones naturales del suelo para que ello pueda servir como base y espacio para la vida de seres humanos, animales, plantas y organismos del suelo. Las contaminaciones adicionales que puede generar un proyecto durante su vida útil, se considera generalmente despreciable, siempre y cuando sea inferior al 2 % de los valores de orientación, tomando como referencia la capa del suelo hasta una profundidad de 0,30 metros. En caso de detectar impactos negativos permanentes en las funciones naturales del suelo, por ejemplo debido a la superación de los valores de fondo, se evalúa si tales impactos por la contaminación adicional son compatibles con normas ambientales (por ejemplo: el BBoSchV) tomando en cuenta el tipo de uso, el tipo de entorno y cuestiones de planificación. Dichos valores de fondo equivalen generalmente a los valores de prevención del BBodSchV, que consideran el aspecto de prevención para garantizar la protección del suelo y sus funciones.

De la misma manera, el artículo 11 del BBodSchV define la contaminación adicional permisible mediante la carga máxima anual. Esta última se aplica en caso de exceder los valores de prevención. Se consideran para este propósito todas las posibles rutas de exposición que aportan a la contaminación del suelo, como a través del agua o el aire. En caso de superar los límites para la contaminación adicional por una sustancia, se considerará en la evaluación, caso por caso los niveles de fondo naturales (geogénicos), así como niveles de contaminación de origen antropogénico preexistentes.

Tabla 7. Alemania: cargas anuales* adicionales permitidas de sustancias nocivas a través de todos los canales de impacto según el Reglamento Federal de Protección del Suelo y Sitios Contaminados

	Cadmio	Plomo	Cromo	Cobre	Mercurio	Níquel	Zinc
Carga	6	400	300	360	1,5	100	1200

* En gramos por hectárea por año (03/2012).

De forma similar, la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (24 de julio de 2002) aplica valores de deposición en "evaluaciones de casos especiales" de suelos agrícolas y praderas para detectar efectos nocivos medioambientales como consecuencia de deposiciones, actuales o futuras, que tengan efectos inmediatos en seres humanos, animales, plantas y productos para la alimentación animal o humana. Se supone que los valores de deposición permitidos son garantía suficiente para la protección de juegos infantiles y entornos habitacionales.

Por eso, las cargas anuales permisibles según el BBodSchV y los valores de deposición de la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire, contemplan posibles

cargas adicionales a respetar en caso de superar los valores de prevención del suelo. En estos casos, puede ser requerido realizar una evaluación de cuestiones de salud, aunque no se cuenta con exigencias concretas.

El artículo 22 de la Directiva para las Emisiones Industriales (IED[339]) del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo, del 24 de noviembre de 2010, exige el informe de la situación de partida de suelo y agua subterránea en determinados trámites de autorización. Este informe tiene la finalidad de determinar una línea base, que permita detectar la generación de contaminaciones significantes al final de la vida útil de la instalación o el cierre de operación, comparando el estado del suelo y de aguas subterráneas al momento del cierre con el estado inicial.. Las exigencias de dicha directiva se validaron mediante la Ley de Aplicación sobre la Protección contra Emisiones Industriales (IndEmissRLVG) del 8 de abril de 2013[340].

En este contexto aún se carece de claridad acerca de la definición del término "significancia". La cual se puede entender como un valor relativo que resulta de la relación entre la concentración de una sustancia según consta en el informe de la situación de partida y su valor al finalizar la operación de la planta. Alternativamente, se puede definir en relación a escalas de evaluación absolutas, tomando en cuenta el nivel de protección (defensa contra peligros). La Asociación de Ingenieros para la Gestión y Recuperación de Suelos Contaminados (ITVA) propuso evaluar la situación de partida para las cargas del suelo y del agua subterránea aplicando el umbral de significancia del principio de prevención[341]. Paralelamente, se toma en cuenta la relación entre la situación de partida y la situación final después del cierre. Desde agosto de 2013 se cuenta con manuales desarrollados conjuntamente por el LABO y el Grupo de Trabajo Federal y de Estados Federados para el Agua (LAWA)[342].

PREVENCIÓN - RUTA DE EXPOSICIÓN. SUELO - SER HUMANO

En caso de que en la planificación de un proyecto se requiera evaluar la calidad del suelo respecto la salud humana, los enfoques existentes son insuficientes: los valores de referencia y valores de intervención aspiran evaluar el efecto de la contaminación en los bienes a proteger relevantes (ser humano, planta cultivada) considerando diferentes escenarios de uso. Sin embargo, estas evaluaciones se basan en el principio de la protección (defensa contra peligros), lo que implica que se refiere a situaciones con alta probabilidad de efectos adversos. Al quedar por debajo del valor de referencia, disminuye la probabilidad de riesgos para la salud humana. Sin embargo, no se puede definir un umbral de efecto ni un nivel de seguridad absoluto en el sentido de una planificación preventiva.

339 Directiva para la Prevención y Control Integrados de la Contaminación 2010/75/UE.

340 Parte I, numeral 17, del 12 de abril de 2013. Modifica las siguientes normas: Ley Federal para la Protección contra Inmisiones, Ley de Gestión del Agua, Ley de la Economía de Reciclaje, Ley de Asistencia Legal en Asuntos Ambientales, Ley para la Protección de Radiación No Ionizante en Seres Humanos y UVPG.

341 ITVA 2012.

342 LABO/LAWA 2008.

Los valores de prevención se basan en el principio de prevención, pero no fueron derivados desde la perspectiva de asegurar la integridad de la "salud humana" como bien a proteger. En consecuencia, no se distinguen diferentes escenarios de uso, ni se brinda una solución adecuada para la autorización de determinados usos en los suelos.

De acuerdo con el principio de prevención en procesos de planificación urbanística, y según la legislación de ordenamiento territorial, no deben perpetuarse o autorizarse situaciones que conlleven efectos nocivos y peligros en el ámbito urbano, en el sentido de riesgos, perjuicios o molestias de cierta envergadura por las alteraciones del suelo según la Ley Federal para la Protección del Suelo. El Grupo de Trabajo para Urbanismo, Construcción y Asuntos Habitacionales, que reúne a ministros y senadores de los 16 estados federados de Alemania (Argebau), sostiene que se debe garantizar la protección contra graves perjuicios y molestias incluso por debajo del umbral:

> [...] mantener los valores de control debajo del límite es lo más adecuado para cumplir con las exigencias de la Ley de Edificaciones que vela, en su artículo 1, párrafo 5, por "la situación saludable en el entorno habitacional y laboral". Al quedar por debajo de dichos valores de control, según comprobación mediante muestreos representativos, se previenen los peligros de acuerdo con la legislación de protección de suelos[343].

Sin embargo, estos valores de control según el Reglamento Federal para la Protección del Suelo y Sitios Contaminados están enfocados en la defensa ante peligros (véanse los párrafos anteriores). De acuerdo con el principio de prevención es preciso mantenerse el máximo posible debajo de los valores de control.

EXIGENCIAS PARA LA EVALUACIÓN PREVENTIVA DEL SUELO CON ENFOQUE EN LA PROTECCIÓN DE LA SALUD HUMANA

Para un proyecto de construcción y planificación, las exigencias resultantes para la evaluación de los valores del suelo enfocados al principio de prevención son las siguientes:

- Los valores deben basarse en datos que permitan la evaluación de la toxicidad para seres humanos.
- La observación por escenarios debe tener lugar con la ayuda de supuestos de exposición, considerando el uso previsto.
- Se debe tratar de lograr un nivel de protección tomando en cuenta el umbral de efectividad en caso de sustancias tóxicas o el riesgo adicional aceptable en caso de sustancias cancerígenas.
- Se deben obtener escalas de evaluación con métodos estrechamente ligados a los indicadores del BBodSchV. Se debe considerar el principio de prevención al eliminar el concepto de protección contra el peligro utilizado en la determinación de dichos valores de control.

343 Argebau 2001.

- Se requiere evaluar la plausibilidad de tal forma que los valores del suelo obtenidos sean aplicables en la práctica para proyectos y planificaciones.

5.4.1.5 Otras indicaciones

Con el fin de obtener una base unificada y comprensible para la autorización de usos sensibles de suelos, la ciudad de Osnabrück, Alemania, ha determinado valores referenciales específicos para suelos. Estos valores se basan en las exigencias del BBodSchV y se aplican para el planeamiento urbanístico en la cuidad de Osnabrück. Para este propósito se aplicaron las indicaciones de la BBodSCHV para determinar valores basadas en la toxicología humana. Como criterio de protección se aplicaron los umbrales de efectividad para sustancias no-cancerígenas, y para sustancias cancerígenas se consideró aceptable un riesgo cancerígeno adicional de 10-5. Estos valores se compararon con los niveles de fondo que se determinaron para la región de Osnabrück (véase IFUA 1999). En consecuencia, se determinaron valores de prevención para suelos específicos para la cuidad de Osnabrück que se aplican en la evaluación de la aptitud química de una suelo para la construcción de viviendas. Sin embargo, estos valores no deben aplicarse a otras localidades sin determinar los niveles de fondo regionales del proyecto. Los valores de Osnabrück se presentan en tabla 18.

Tabla 8. Ciudad de Osnabrück: valores generales* del suelo para la planificación urbanística de viviendas

Sustancia	Resultado preliminar de valores del suelo basados en la toxicología humana (jardines de casas)	Niveles de Fondo provisionales para Osnabrück	Valores del suelo apto para el planeamiento urbanístico (viviendas) (recomendación general) **
Antimonio	2	—	2
Arsénico	2	20	20
Plomo	15	70	150
Cadmio	0,5	0,6	1
Cromo	50	50	50
Cianuro	5	1	5
Cobre	300	40	300
Níquel	5	40	40
Mercurio	1	0,3	1
Zinc	3000	120	3000
Benzopireno	0,4	0.3	0,5
PCB***	0,1	0,02	0,1

* Todos los valores se refieren a materia seca en miligramos por kilogramo de materia seca.

** Las recomendaciones generales para valores de metales en suelo para el planeamiento urbanístico se especifican tomando en cuenta el nivel de base local.

*** En caso de determinar los contenidos totales de PCB, los valores de medición se dividen entre 5.

RUTA DE EXPOSICIÓN - PLANTA - SER HUMANO

Es posible que haya efectos indirectos en la salud humana a través de la ruta de exposición suelo – planta, en el caso de que contaminantes del suelo se acumulen en plantas para la alimentación humana o animal. En la legislación para la protección de suelos hay normas al respecto, sobre todo en caso de la producción comercial de plantas alimenticias (véase el escenario de la agricultura), pero también para la pequeña producción de aficionados en huertos para el auto-consumo. Para estos casos se dispone de valores de referencia y de valores de intervención para determinadas sustancias. Una superación de estos valores constituye un riesgo potencial y puede hacer necesario la toma de medidas de aseguramiento o de remediación. Previamente, es eventualmente requerida una investigación detallada de la contaminación y de los potenciales riesgos (tabla 9).

Para indicaciones prácticas al respecto, consultar la norma de NRW[344] o la guía elaborada por el Estado de Brandeburgo.

Tabla 9. Valores de control e intervención* según la Ley Federal para la Protección del Suelo respecto de la absorción de las materias nocivas del suelo por las plantas en superficies de cultivo y en pequeños huertos, para evaluar la calidad de las plantas

Sustancia	Método**	Valor de control	Valor de intervención
Arsénico	Agua regia	200***	—-
Cadmio	Nitrato de amonio	—	0,04 / 0,1****
Plomo	Nitrato de amonio	0,1	—
Mercurio	Agua regia	5	
Talio	Nitrato de amonio	0,1	—
Benzopireno	—	1	—

* En miligramos por kilogramo de materia seca, suelo fino, análisis según Reglamento Federal para la Protección del Suelo y Sitios Contaminados, anexo 1.

** Proceso de extracción de arsénico y metales pesados: nitrato de amonio, agua regia.

*** Para suelos en condiciones de ocasional reducción se aplica un valor de control de 50 mg/kg de materia seca.

**** En terrenos para la producción de trigo para pan o vegetales con tendencia a acumular cadmio se aplica un valor de intervención de 0,04 mg/kg de materia seca; para otros cultivos se aplica el valor de intervención de 0,1 mg/kg de materia seca.

Fuente: Ley Federal para la Protección del Suelo, artículo 8, párrafo 1, inciso 2, numerales 1 y 2.

Para la evaluación de plantas alimentarias y alimentos en general se consideran también las normas y las exigencias vigentes en la legislación correspondiente a estos productos, por ejemplo el Reglamento 1881/2006 de la Comisión Europea, del 19 de diciembre de 2006, acerca de la determinación de contenidos máximos de ciertos contaminantes en productos alimentarios[345].

344 LANUV NRW 2014, ficha 22.

345 Boletín Oficial de la UE (Amtsblatt der Europäischen Union) L 364/5; modificado mediante EU n.º 420/2011 del 29 de abril de 2011; L 111/3.

5.4.3 Aire

Dirk Heller

5.4.3.1 Factores de influencia y su efecto

Existen algunas fuentes naturales de contaminación del aire, por ejemplo, polvo levantado por el viento, emisiones de sustancias provenientes de flora o fauna, actividad volcánica o incendios forestales. Por otro lado, hay emisiones provenientes de la actividad humana, por ejemplo, incendios de construcciones, emisiones originadas por el tránsito vehicular, la industria o el comercio, la actividad agrícola o la utilización de productos, entre otros factores.

Los contaminantes del aire afectan directamente al ser humano a través del aire que respira e influyen también luego de su transporte y deposición en otros medios y componentes ambientales, como suelo, plantas y agua superficial.

Los contaminantes se incorporan en forma de gases, sólidos o líquidos, por ejemplo precipitaciones y humedad del aire. Se distinguen básicamente deposiciones húmedas (transportadas por precipitaciones) y deposiciones secas.

La deposición total es determinada por medio de la combinación de mediciones interpoladas a escala territorial de las deposiciones húmedas y modelamientos de deposiciones secas y ocultas (es decir, deposiciones húmedas a través de la neblina). El total de deposiciones se indica con alta resolución territorial (1 x 1 km^2) y en relación con el uso del suelo[346].

5.4.3.2 Impactos sobre la salud

Los posibles efectos de la contaminación del aire en la salud humana abarcan desde irritaciones leves de ojos y mucosas hasta enfermedades graves. Más que a otros órganos, los contaminantes del aire en forma de gases y polvos inorgánicos y sus componentes afectan principalmente al sistema respiratorio. Sin embargo, el efecto adverso no se concentra exclusivamente en este sino que llega también a incidir sobre otros órganos.

Los principales contaminantes del aire con efectos adversos para la salud son, entre otros: polvo de partículas finas y muy finas (PM_{10}, $PM_{2,5}$, $PM_{0,1}$ o partículas ultrafinas), sustancias orgánicas, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, compuestos de flúor y cloro en estado gaseoso, mercurio, cadmio, talio, antimonio, arsénico, plomo, cromo y cromo VI, cobalto, cobre, manganeso, níquel, vanadio, estaño, dioxinas y furanos, PCB similares a dioxinas y PCB total.

346 UBA 2011a.

5.4.3.3 Indicadores para la descripción, fuentes de datos, técnicas de pronóstico

Para definir la situación de partida o preexistente y la proyección correspondiente, se considera el nivel de base actual y la contaminación adicional para calcular la contaminación total. El nivel de base equivale a la contaminación presente de una determinada sustancia nociva. La contaminación adicional es el aporte probable o efectivo de inmisión por el proyecto previsto. La contaminación total es la suma del nivel de base y la contaminación adicional.

PREDISPOSICIÓN

Para determinar el nivel de base actual de contaminación del aire se calcula generalmente la inmisión, es decir, la contaminación del aire que afecta a seres humanos, animales, plantas y suelos. Para la medición de estas inmisiones se utilizan sistemas de medición permanentes o eventuales, tanto estacionarios como móviles. Para determinar el lugar de toma de muestras para el control de la calidad del aire se consideran los efectos de diferentes fuentes de contaminación. De esta manera se distinguen, por ejemplo, diferentes tipos de sistemas de medición para valores de base, tránsito o industria[347]. En Alemania, los datos para el valor de base se registran en las estaciones de medición operadas por las autoridades federales o por los estados federados[348].

CONTAMINACIÓN ADICIONAL

Existen modelos numéricos para calcular la vía de transporte de contaminantes por el aire desde los puntos de emisión hacia los puntos de inmisión. Utilizando dichos cálculos, se obtiene la contaminación adicional (inmisión adicional) a través del aire procedente de una planta proyectada. En caso de contar con datos de emisión de otros emisores importantes se puede calcular la contaminación total.

Estos pronósticos de inmisión se elaboran en general con ayuda del modelo de transporte de la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire, considerando también barreras en el terreno o las edificaciones que puedan afectar la circulación del aire. Sobre el cálculo de transporte es recomendable tomar en cuenta la guía de pronósticos de LANUV NRW[349].

CONTAMINACIÓN TOTAL

Para calcular la contaminación total del aire con los diferentes contaminantes se parte del nivel de base y se incorpora la contaminación adicional para estimar fehacientemente los efectos medioambientales relevantes.

347 LANUV NRW 2011.

348 UBA 2012a.

349 LANUV NRW 2011.

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES DEL AIRE

Luego de calcular la contaminación total con una sustancia, se compara (de ser posible) este valor con la escala de evaluación correspondiente, aplicando el principio de prevención ambiental según lo indicado en el capítulo 4.4.3.4. En virtud del principio de prevención ambiental eficaz, al no exceder los valores de dicha escala de evaluación, se da por supuesta la ausencia de efectos adversos para la salud humana. Sin embargo, la comparación con valores de inmisión procedentes de la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire —y otros valores de evaluación disponibles que se relacionan con la protección contra peligros— no satisface la exigencia de prevención ambiental eficaz.

De igual modo, es insuficiente que la EIA se limite a diferentes pasos y análisis basados en disposiciones legales y técnicas, por ejemplo la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire. Tampoco es aceptable renunciar a la determinación de algunos parámetros al cumplir uno de los criterios del numeral 4.1 de la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire: bajo nivel de corriente y masa de emisión, bajo valor de base o contaminación adicional irrelevante (véase numeral 4.1, inciso 4, letras a)-c)). Siempre se debe determinar la contaminación adicional y la contaminación existente para calcular la contaminación total.

El término irrelevancia en la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire solamente determina si existe la necesidad de investigar características adicionales. Para la estimación de los efectos adversos para la salud en el marco de EIA y planes de salud no se precisa evaluar la irrelevancia, ya que esta pregunta no demanda respuesta.

La contaminación existente en cierto lugar se determina con mediciones o aplicación de datos, luego de evaluar la plausibilidad de dichos datos. Esta evaluación debe comprobar que los datos provenientes de otro lugar y/u obtenidos en otro momento son representativos de la situación a evaluar.

Además de comparar la contaminación total con la escala de evaluación, se determina el aporte o porcentaje de la contaminación adicional dentro de la contaminación total para demostrar el impacto del proyecto a realizar (plan, proyecto, planta) sobre la situación de partida.

5.4.3.4 Escalas para la evaluación

Existen diferentes escalas para evaluar los efectos adversos para la salud como consecuencia de los contaminantes del aire. Se distinguen en función de su carácter legalmente vinculante y por el nivel de protección. A continuación se presentan las escalas de evaluación más comunes, indicando sus niveles de protección siempre que la información disponible lo permita. Se señala, además, la validez de dichas escalas para las evaluaciones dirigidas a la prevención ambiental eficaz. Finalmente, se recomienda una escala de evaluación que precisamente garantiza la prevención ambiental eficaz.

DISPOSICIONES LEGALES Y DECRETOS ADMINISTRATIVOS

REGLAMENTO FEDERAL PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INMISIONES

Este reglamento federal, del 2 de agosto de 2010, determina estándares de calidad del aire y valores límite para emisiones (versión 39), aplicando en Alemania las directivas correspondientes de la UE 2008/50/EG, 2004/107/EG y 2001/81/EG. Determina estándares de calidad de aire (valores límite y valores meta de inmisiones), con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente (tabla 10). El valor límite de inmisiones considera hallazgos científicos con el fin de evitar, prevenir o minimizar los efectos adversos para la salud humana o el medio ambiente. El valor se debe respetar durante un determinado periodo, sin excederlo en ningún momento.

El valor meta de inmisiones apunta a evitar, prevenir o minimizar los efectos adversos para la salud humana o el medio ambiente en general. Como se ha indicado, de ser posible, este valor se debe respetar por un periodo determinado.

INSTRUCCIÓN TÉCNICA SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE

Los valores de inmisiones de la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire pretenden garantizar la protección contra peligros para la salud humana, y perjuicios y molestias graves (tabla 11). Dichos valores no se derivan del principio de prevención, pues se relacionan solo con efectos reales, no potenciales. Los valores de inmisión indicados en la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire son válidos únicamente en conjunto con los métodos de determinación para estos parámetros de inmisiones.

Tabla 10. Alemania: valores límite y valores meta de inmisiones para la protección de la salud humana según el Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones (versión 39)

Sustancia o grupo de sustancias	Concentración	Periodo para promediar	Objeto de protección	Obligatoriedad
Arsénico	6 ng/m^3	Anual	Salud humana y medio ambiente	Valor meta desde el 1 de enero de 2013
Benzopireno como marcador de PAH	1 ng/m^3	Anual	Salud humana y medio ambiente	Valor meta desde el 1 de enero de 2013
Benzol	5 µg/m^3	Anual	Salud humana	Valor límite para inmisiones
Plomo	0,5 µg/m^3	Anual	Salud humana	Valor límite para inmisiones
Cadmio	5 ng/m^3	Anual	Salud humana y medio ambiente	Valor meta desde el 1 de enero de 2013
Monóxido de carbono	10 mg/m^3	8 horas	Salud humana	Valor límite para inmisiones*

Sustancia o grupo de sustancias	Concentración	Periodo para promediar	Objeto de protección	Obligatoriedad
Níquel	20 ng/m^3	Anual	Salud humana y medio ambiente	Valor meta desde el 1 de enero de 2013
Ozono	120 µg/m^3	8 horas	Salud humana	Valor meta**
	120 µg/m^3	8 horas	Salud humana	Objetivo de largo plazo***
Partículas (PM_{10})	40 µg/m^3	Anual	Salud humana	Valor límite para inmisiones
	50 µg/m^3	24 horas	Salud humana	Valor límite para inmisiones****
Partículas ($PM_{2,5}$)	25 µg/m^3	Anual	Salud humana	Valor meta
	25 µg/m^3	Anual	Salud humana	Valor límite para inmisiones desde el 1 de enero de 2015
	20 µg/m^3	Anual	Salud humana	Obligatorio en relación con la concentración de la exposición desde el 1 de enero de 2015
Dióxido de azufre (SO_2)	125 µg/m^3	24 horas	Salud humana	Valor límite para inmisiones*****
	350 µg/m^3	1 hora	Salud humana	Valor límite para inmisiones******
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	40 µg/m^3	Anual	Salud humana	Valor límite para inmisiones
	200 µg/m^3	1 hora	Salud humana	Valor límite para misiones*******

* Promedio más alto en periodos de 8 horas/día.
** Promedio más alto en periodos de 8 horas/ día. Se permite exceder el valor 25 veces por año calendario.
*** Promedio más alto en periodos de 8 horas/día.
**** Se permite exceder el valor 35 veces por año calendario.
***** Se permite exceder el valor 3 veces por año calendario.
****** Se permite exceder el valor 24 veces por año calendario.
******* Se permite exceder el valor 18 veces por año calendario.

Tabla 11. Alemania: valores de inmisión de materias en la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire en relación con la protección de la salud humana

Sustancia o grupo de sustancias	Concentración	Periodo para promediar	Excesos permitidos por año calendario
Benzol	5 µg/m³	Anual	—
Plomo y sus compuestos inorgánicos como componentes del polvo en suspensión en el aire (PM_{10}), indicación como Pb	0,5 µg/m³	Anual	—
Polvo en suspensión (PM_{10})	40 µg/m³	Anual	—
	50 µg/m³	24 horas	35
Dióxido de azufre (SO_2)	50 µg/m³	Anual	—
	125 µg/m³	24 horas	3
	350 µg/m³	1 hora	24
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	40 µg/m³	Anual	—
	200 µg/m³	1 hora	18
Tetracloroetileno	10 µg/m³	Anual	—
Cadmio	0,02 µg/m³	Anual	—

NORMAS NO VINCULANTES

CONCENTRACIONES MÁXIMAS DE INMISIONES DEL COLEGIO DE INGENIEROS DE ALEMANIA

Este gremio determina, en dos versiones de su norma VDI 2310, las concentraciones máximas de inmisiones para diferentes sustancias contaminantes del aire (tabla 12). Estos valores de las concentraciones máximas de inmisiones (MIK) corresponden a una determinada contaminación del aire. Al respetar dichos valores se garantiza la protección de seres humanos, animales, plantas, suelo, agua, atmósfera, bienes culturales y otros bienes materiales. Se requieren criterios para la definición de los valores de las concentraciones máximas de inmisiones: objetos a proteger, tipos de impacto a tomar en cuenta, nivel de protección requerido. A pesar de no contar con una relación directa con las disposiciones legales para la protección contra inmisiones, los valores MIK y la justificación correspondiente ayudan en la toma de decisiones y en la elaboración de disposiciones legales. Son valores referenciales para la evaluación del perjuicio por sustancias nocivas del aire.

Tabla 12. Alemania: concentración máxima de inmisiones según el Colegio de Ingenieros de Alemania

Sustancia o grupo de sustancias	Concentración	Periodo para promediar	Referencias
Dióxido de nitrógeno	20 µg/m^3	Anual	VDI 2310 Hoja 12 (2004-12)
	50 µg/m^3	24 horas	
Ozono	100 µg/m^3	8 horas	VDI 2310 Hoja 15 (2001-12)

Fuente: VDI 2001 y 2004c.

GUÍAS DE CALIDAD DEL AIRE DE LA WHO/OMS

Estas guías, aprobadas el 2006, son las primeras con validez global que indican valores referenciales uniformes para la calidad del aire (tabla 13). Sus metas son mucho más exigentes que las normas nacionales vigentes en varios lugares del mundo. Su aplicación demandaría que algunas ciudades disminuyesen las emisiones de contaminantes en dos tercios. Las guías de la WHO/OMS para Europa se publicaron por primera vez en 1987, estableciendo una base uniforme para las estrategias de control de la contaminación del aire. Contribuyen a fomentar la salud pública y protegerla de los peligros provenientes de la contaminación del aire. Las guías informan acerca de la necesaria erradicación o disminución de sustancias que tengan efectos adversos comprobados o potenciales para la salud humana. Estas sirven como base para la definición de estándares nacionales, indicando valores bajo los cuales no existe un riesgo para la salud de los seres humanos, aunque se sometan a una exposición promedio o de por vida.

ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE APLICANDO LA PREVENCIÓN AMBIENTAL

Kühling y Peters[350] proponen escalas de evaluación y estándares para diferentes contaminantes del aire, considerando la prevención ambiental eficaz. Afirman que estos son valores que se deben aplicar en el marco de las EIA, especialmente en trámites de autorización según la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones. Consideran que las disposiciones legales, como la referida ley y la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire, se enfocan en valores para la protección contra peligros que no respetan el principio de prevención ambiental eficaz y no son adecuados para la evaluación en el sentido de la UVPG.

En el caso de sustancias no cancerígenas, se aplicó un factor de seguridad de 10 con el fin de honrar el principio de prevención ambiental en el desarrollo de estándares. En el caso de sustancias cancerígenas, se aplicó el sistema de riesgo unitario (Unit Risk) para calcular una escala de evaluación del riesgo de cáncer considerado aceptable de 1 x 10^{-6}. El uso de este factor para calcular valores de prevención para sustancias cancerígenas es un método común. Sin embargo, la aplicación rígida del factor 10 para sustancias no cancerígenas es poco común y no tiene aceptación general. Los estándares de prevención ambiental para la

350 Kühling & Peters 1994.

calidad del aire datan de 1994 y los valores utilizados en ellos provienen de las décadas de 1980 y 1990. Es probable que estos estándares para la calidad del aire actualmente ya no se puedan considerar adecuados para cada caso.

Tabla 13. WHO/OMS: guías de Calidad del Aire

Sustancia o grupo de sustancias	Concentración	Periodo para promediar	Referencias
Plomo	0,5 µg/m^3	Anual	WHO/OMS 2000
Cadmio y compuestos	5 ng/m^3	Anual	WHO/OMS 2000
1,2-dicloroetano	0,7 mg/m^3	24 horas	WHO/OMS 2000
Cloruro de metileno	0,45 mg/m^3	1 semana	WHO/OMS 2000
	3 mg/m^3	24 horas	WHO/OMS 2000
Formaldehído	0,1 mg/m^3	1 hora	WHO/OMS 2000
Monóxido de carbono	10 mg/m^3	8 horas	WHO/OMS 2000
	30 mg/m^3	1 hora	WHO/OMS 2000
	60 mg/m^3	½ hora	WHO/OMS 2000
	100 mg/m^3	¼ hora	WHO/OMS 2000
Manganeso	0,15 µg/m^3	Anual	WHO/OMS 2000
Ozono	100 µg/m^3	8 horas	WHO/OMS 2006
	160 µg/m^3	8 horas	WHO/OOMS Meta 1
PM_{10}	20 µg/m^3 50 µg/m^3	Anual 24 horas (percentil 99: 3 días/año)	WHO/OMS 2006a
	70 µg/m^3 150 µg/m^3	Anual 24 horas (percentil 99: 3 días/año)	WHO/OMS Meta Intermedia 1
	50 µg/m^3 100 µg/m^3	Anual 24 horas (percentil 99: 3 días/año)	WHO/OMS Meta Intermedia 2
	30 µg/m^3 75 µg/m^3	Anual 24 horas (percentil 99: 3 días/año)	WHO/OMS Meta Intermedia 1
$PM_{2,5}$	10 µg/m^3 25 µg/m^3	Anual 20 24 horas (percentil 99: 3 días/año)	WHO/OMS 2006a
	35 µg/m^3 75 µg/m^3	Anual 22 24 horas (percentil 99: 3 días/año)	WHO/OMS Meta Intermedia 1
	25 µg/m^3 50 µg/m^3	Anual 24 24 horas (percentil 99: 3 días/año)	WHO/OMS Meta Intermedia 2
	15 µg/m^3 37,5 µg/m^3	Anual 24 horas (percentil 99: 3 días/año)	WHO/OMS Meta Intermedia 1
Mercurio	1 µg/m^3	Anual	WHO/OMS 2000

Sustancia o grupo de sustancias	Concentración	Periodo para promediar	Referencias
Dióxido de azufre	20 µg/m³	24 horas	WHO/OMS 2006a
	500 µg/m³	10 minutos	WHO/OMS 2006
	125 µg/m³	24 horas	WHO/OMS Meta Intermedia 1
	50 µg/m³	24 horas	WHO/OMS Meta Intermedia 2
Sulfuro de carbono	100 µg/m³	24 horas	WHO/OMS 2000
Ácido sulfhídrico	150 µg/m³	24 horas	WHO/OMS 2000
Dióxido de nitrógeno	40 µg/m³	Anual	WHO/OMS 2006a
	200 µg/m³	1 hora	WHO/OMS 2006a
Estireno	260 µg/m³	1 semana	WHO/OMS 2000
Tolueno	260 µg/m³	1 semana	WHO/OMS 2000
Vanadio	1 µg/m³	24 horas	WHO/OMS 2000
Tetracloroetileno	250 µg/m³	Anual	WHO/OMS 2000

VALORES REFERENCIALES DEL GRUPO DE TRABAJO FEDERAL Y DE ESTADOS FEDERADOS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INMISIONES

El Grupo de Trabajo Federal y de Estados Federados para la Protección contra Inmisiones (LAI), en su informe sobre evaluación de sustancias nocivas que no cuentan con valores de inmisión aplicables, establece valores referenciales para determinadas evaluaciones en casos especiales que figuran en el numeral 4.8 de la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire y valores meta para la planificación, con el fin de garantizar el aire puro en el largo plazo[351]. Los valores referenciales para sustancias cancerígenas del aire están determinados por el riesgo de cáncer aceptable aplicando factores entre 2×10^{-5} y 9×10^{-5} según cada sustancia. Los valores meta para PCDD/F y dl-PCB se basan en las nuevas consideraciones de la WHO/OMS de 1998. El informe LAI contiene además escalas de evaluación para sustancias cancerígenas del aire, con un riesgo de cáncer de 10^{-5} o 10^{-6}, respectivamente. Sobre todo el factor 10^{-6} se considera una "dosis prácticamente segura"[352], que representa el principio de prevención. LAI 1996 y 1997 definieron valores meta para sustancias como tolueno, vanadio y xileno con el fin de conservar el aire puro en territorios extensos[353].

351 LAI 2004.

352 Derelanko & Hollinger 1995.

353 Koch 1998.

Tabla 14. Alemania: valores meta y referenciales del Grupo de Trabajo Federal y de Estados Federados para la Protección contra Inmisiones

Sustancia o grupo de sustancias	Concentración	Periodo para promediar	Referencias
Arsénico y compuestos	6 ng/m^3	Anual	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
Asbesto	220 fibras/m^3	Anual	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
Benzol	5 µg/m^3	Anual	Valor referencial para el control en casos especiales (LAI 2004)
Cadmio y compuestos	5 ng/m^3	Anual	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
Cromo IV	1,7 ng/m^3	Anual	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
Cromo total	17 ng/m^3	Anual	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
Monóxido de carbono	10 mg/m^3	8 horas	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
	30 mg/m^3	½ hora	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
Níquel	20 ng/m^3	Anual	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
PAH (BaP)	1 ng/m^3	Anual	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
PCDD/F incl. PCB coplanar (valor de inhalación)	150 fg OMS-TEQ/m^3	Anual	Valor meta (LAI 2004) (valor de inhalación)
PCDD/F incl. PCB coplanar (valor de deposición)	9 pg OMS-TEQ/(m2 x d)	Anual	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)

Sustancia o grupo de sustancias	Concentración	Periodo para promediar	Referencias
PCDD/F incl. PCB coplanar (valor de deposición)	4 pg OMS-TEQ/(m2 x d)	Anual	Valor meta (LAI 2004)
Mercurio y compuestos	50 ng/m^3	Anual	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
Estireno	60 µg/m^3	Anual y valor corto	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
Tetracloroetileno	10 µg/m^3	Anual	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
	3,5 mg/m^3	½ hora	Valor referencial para el control en casos especiales según Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire (LAI 2004)
Tolueno	30 µg/m^3	Anual	Valores meta para la conservación del aire puro a nivel macro (Koch 1998)
Xileno (suma de los tres isómeros)	30 µg m^3	Anual	Valores meta para la conservación del aire puro a nivel macro (Koch 1998)
Vanadio y compuestos (como vanadio)	20 ng/m^3	Anual	Valores meta para la conservación del aire puro a nivel macro (Koch 1998)

ESTIMACIÓN DEL PELIGRO PROVENIENTE DE SUSTANCIAS NOCIVAS DEL MEDIO AMBIENTE - INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA FUNDAMENTAL Y SU EVALUACIÓN

El manual de Eikmann *et al*[354]. constituye un aporte complementario con información toxicológica para la estimación de peligros ambientales de sustancias nocivas en el medio ambiente. Para la evaluación del peligro para la salud se aplica la dosis resorbida tolerable.

RECOMENDACIONES PARA EL USO DE VALORES LÍMITE RELACIONADOS CON EL ENTORNO LABORAL

Los valores límite del entorno laboral (AGW), como la concentración máxima permitida en el entorno laboral (MAK), se aplican para la protección de la salud en el centro de trabajo, según la Fundación Alemana para la Investigación (DFG) esos valores son válidos para personas adultas saludables, considerando una exposición

354 Eikmann *et al.* 1999.

limitada a 8 horas por día[355]. Por lo mismo, estos valores no son adecuados para evitar efectos adversos para la salud de la población general o de grupos vulnerables.

De acuerdo con el informe LAI[356], se pueden aprovechar dichos valores si no se dispone de otras escalas de evaluación. El numeral 4.8 de la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire, establece que se pueden utilizar en la evaluación de casos especiales, tomando el 1/100 del valor aplicable como límite en el entorno laboral —valores MAK y Best Available Technique (BAT)—[357], o la normativa técnica para sustancias peligrosas (TRGS 900). Este factor 100 se compone de dos factores parciales de 10 cada uno. Estos últimos representan, por un lado, la prolongada exposición de la población general, superior a la que sufre la población laboral en su entorno y, por el otro, a los grupos vulnerables de población que no están presentes en el entorno laboral.

CONCENTRACIONES REFERENCIALES DE LA AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY [EPA]) DE EUA, SEGÚN EL SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN DE RIESGOS (IRIS)

La EPA brinda concentraciones referenciales (RfC) para múltiples sustancias. Estas concentraciones referenciales se refieren al efecto por absorción corta o prolongada vía inhalación. Además, define valores de riesgo para sustancias cancerígenas y dosis referenciales (RfD) que permiten la evaluación de los efectos luego de una absorción corta o prolongada por vía oral. Las concentraciones y las dosis referenciales y su correspondiente sustentación se encuentran en el portal electrónico de la EPA[358].

NIVEL DE MÍNIMO RIESGO DE LA AGENCIA PARA SUSTANCIAS TÓXICAS Y REGISTRO DE ENFERMEDADES (ATSDR) DE EUA

Para las evaluaciones de la ATSDR, el nivel de mínimo riesgo (MRL) equivale a una exposición del ser humano a determinada sustancia que probablemente no se relacione ya con un riesgo significativo de sufrir efectos adversos no cancerígenos. Para esta agencia, los valores del nivel de mínimo riesgo equivalen al nivel de investigación (screening level) y sirven para identificar contaminantes y sus potenciales efectos sobre la salud. La agencia cuenta con el nivel de mínimo riesgo para evaluar efectos por vía aérea y por vía oral. También establece una relación entre el nivel de mínimo riesgo y los efectos subcrónicos y crónicos. En su portal electrónico se puede encontrar información y una lista completa de los valores del nivel de mínimo riesgo[359].

355 DFG 2012.

356 LAI 2004.

357 DFG 2012.

358 Disponible en <http://www.epa.gov/iris/index.html>.

359 Disponible en <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.asp>.

CONCLUSIONES

Entre todas las anteriores escalas de evaluación, solo los estándares de calidad del aire de Kühling y Peters[360] se basan explícitamente en el principio de prevención; los demás valores de evaluación lo hacen en la defensa contra peligros (por ejemplo, la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire o los valores de orientación LAI), o en aspectos puramente relacionados con impactos. Los valores deducidos y exclusivamente relacionados con impactos no consideran la relación entre algunos aspectos de los impactos y otros factores como viabilidad, eficiencia económica, etc. Las guías de calidad del aire de la WHO/OMS son diferentes, al exceder generalmente las exigencias de los valores límites legales que se relacionan con los peligros.

También en este sentido, muchas veces se han tomado en cuenta aspectos socioeconómicos.

En general, es casi imposible establecer una categorización de las escalas de evaluación aquí descritas en función de la inclusión del principio de prevención. Los efectos cuantitativos reales o deseables de la prevención en el valor de evaluación son variados y parcialmente no han sido definidos a la fecha. La tabla 15 brinda una visión general, no necesariamente completa, de las diferentes escalas de evaluación disponibles y su nivel de protección. Es posible que existan otros valores referenciales relacionados con impactos que no figuran en este resumen.

Tabla 15. Alemania: visión general de las escalas de evaluación y nivel de protección

Escala de evaluación	Fuente	Nivel de protección
Valor de inmisión	Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire	Defensa contra peligros
Valor límite de inmisión	Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones	Protección contra peligros
Valor meta	Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones	Evitar en lo posible efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente
Valor referencial	LAI	Relacionados a efectos
Valor meta	LAI	Relacionados a efectos
Escalas de evaluación (riesgo de cáncer aceptable 10–6)	LAI	Puede entenderse como valor de prevención
Estándares para la calidad del aire considerando la prevención ambiental	Kühling & Peters	Valores de prevención de acuerdo con sus autores
Guías de la Calidad del Aire	WHO/OMS	Relacionadas a efectos, tomando en cuenta aspectos socioeconómicos y viabilidad

360 1994.

Escala de evaluación	Fuente	Nivel de protección
Valores de dosis resorbida tolerable y concentraciones en el aire correspondientes	Eikmann *et al*.	Relacionados a efectos
Concentraciones máximas de inmisiones	VDI	Relacionadas a efectos
Concentración referencial	EPA	Relacionada a efectos
Nivel del mínimo riesgo	ATSDR	Relacionado a efectos

Para evaluar en qué casos un valor de evaluación puede ser visto o interpretado como valor de precaución es posible basarse en una definición del término valor de precaución proveniente de otros entornos medioambientales.

El Grupo de Trabajo ad hoc para Valores Referenciales en Interiores de la Comisión para la Higiene del Aire Interior, en conjunto con las máximas autoridades de salud de los estados federados de Alemania, ha elaborado un esquema básico con los siguientes valores referenciales para la calidad del aire interior (referencial I)[361].

> El valor referencial I es la concentración de una sustancia individual en el aire interior. De acuerdo con los conocimientos científicos actuales, dicha concentración no causa efectos adversos en la salud de personas sensibles expuestas durante toda la vida. Exceder el nivel significa una contaminación inaceptable y no deseable desde el punto de vista higiénico.

Para determinar sus valores referenciales, el grupo de trabajo ad hoc se basa principalmente en valores referenciales de concentración sin efecto adverso observado (NOAEC).[362] En caso de no poder determinarlos con suficiente seguridad se recurre a la concentración sin efecto adverso (NAEC)[363] y a la mínima concentración observada de efectos adversos (LOAEC)[364].

Al contar con estimaciones para la dosis de referencia, o benchmark (BMD)[365], se considera la $BMDL_5$ como concentración NOAEC. El grupo de trabajo *ad hoc* cuenta con grandes volúmenes de datos procedentes sobre todo de estudios epidemiológicos, pero también de experimentos con animales. Estos estudios son la base para el desarrollo de la $BMDL_1$[366].

361 UBA 2012b, 280.

362 NOAEC (*No observed adverse effect concentration*), en Kalberlah & Hassauer 2003.

363 NAEC (*No adverse effect concentration*), en Kalberlah & Hassauer 2003.

364 LOAEC (*Lowest observed adverse effect concentration*), en Kalberlah & Hassauer 2003.

365 Benchmark es un método estadístico para analizar las relaciones entre dosis y efecto y describir el completo trazado de dicha relación. Se aplica a los datos de un determinado punto de impacto. Indica la dosis para lograr un determinado efecto adicional al nivel de base previamente definido. El efecto se llama también respuesta *benchmark* (*benchmark response*). BMDL *(benchmark dose lower bound*) indica el umbral inferior con un intervalo de confianza equivalente al 95 % (generalmente) de la dosis BMD. Tiene tramos de $BMDL_1$ a $BMDL_5$.

366 UBA 2012b.

En conclusión, todos los valores de evaluación basados en NOAEC, NOAEL, $BMDL_5$ o $BMDL_1$ se basan en el principio de prevención[367]. Este debería ser el caso de los valores referenciales EPA, MRL de la ATSDR, MIK del VDI y de la dosis resorbida tolerable de Eikmann *et al*. Sin embargo, para cada valor de evaluación es preciso comprobar detalladamente si este valor se basa en NOAEC, NOAEL o BMDL como punto de partida para el proceso de derivación.

Los mecanismos efectivos de sustancias cancerígenas son variados y complejos; al respecto, la ECHA[368] ofrece descripciones detalladas. Existen sustancias cancerígenas con o sin umbral de efectividad; para estas últimas, se toma como supuesto la ausencia de niveles límite claramente definidos que brinden una seguridad adecuada y no tengan efecto cancerígeno. Al requerir de una escala de evaluación para este tipo de sustancias, se aprovechan valores basados en riesgos[369]. Para estas sustancias se determina el valor con base en características de la sustancia (por ejemplo, riesgo unitario) y el riesgo adicional de cáncer considerado aceptable.

Para determinar el riesgo de cáncer tolerable a partir de contaminantes del aire exterior, respetando el principio de prevención ambiental exigido por la UVPG, se aprovechan las recomendaciones de otras instituciones para contaminantes del aire exterior y recomendaciones básicas para la evaluación de riesgos. Existe un resumen para el desarrollo de escalas de evaluación para sustancias cancerígenas con o sin umbral de efectividad, considerando riesgos aceptables[370], en el que, en una comparación de métodos de evaluación, las dosis o las concentraciones de sustancias generalmente se refieren a riesgos de por vida en un rango de 10^{-5} a 10^{-6}.

El Consejo de Especialistas en Medio Ambiente (SRU) indica el riesgo aceptable para la población general con miras a una reducción escalonada de los valores de concentración al nivel del riesgo considerado a escala internacional de 1:100000, es decir, 1×10^{-5}[371]. La Conferencia de Ministros Federal y Estaduales de Salud apoyó al SRU indicando un riesgo de por vida equivalente a 1:100000 para sustancias individuales y fijando la meta de disminuir las concentraciones en el medio ambiente en forma escalonada[372].

La EPA[373] considera que el riesgo aceptable de cáncer debe estar en un nivel de entre 1×10^{-4} y 1×10^{-6}. El valor de 1×10^{-6} y la concentración y la dosis correspondientes se consideran dosis virtualmente seguras (VSD)[374]. La dosis virtualmente segura constituye un valor muy confiable para respetar el principio de prevención.

---

367 Según Schneider y Kaiser (2012), es posible en teoría usar dosis $BMDL_{10}$ al contar con datos cuantales para determinar el valor del biomonitoreo humano (HBM) I basado en el criterio de precaución.

368 ECHA 2010.

369 Konietzka 2002.

370 UBA 2011b.

371 SRU 1993.

372 AGLMB 1995.

373 EPA 1986.

374 Hutt 1985.

El LAI desarrolló en 2004 valores referenciales (nivel: protección de peligros, riesgo: 2 x 10^{-5} a 9 x 10^{-5}; valor promedio: 4,5 x 10^{-5}) y valores para la evaluación del riesgo de cáncer (1 x 10^{-5} y 1 x 10^{-6})[375]. Estos valores respetan el principio de prevención de manera adecuada.

Entre otros, Kühling y Peters[376] elaboraron escalas de evaluación para sustancias nocivas del aire exterior y estándares para garantizar la prevención ambiental eficaz que deberían usarse en las EIA. Estos autores asumieron un riesgo adicional aceptable de cáncer para sustancias individuales equivalente a 1 x 10^{-6}.

En conclusión:

- Para el nivel de defensa contra peligros, gran parte de la normativa y la literatura se basa en un riesgo aceptable de entre 1 x 10^{-4} y 1 x 10^{-5}, siendo el valor usado con mayor frecuencia 5 x 10^{-5}. Es el caso de la LAI[377] o del Reglamento Federal para la Protección del Suelo[378].
- El nivel de prevención, la normativa y la literatura recomiendan un riesgo aceptable de entre 1 x 10^{-5} y 1 x 10^{-6}. Con frecuencia se establece un valor de 1 x 10^{-6}.
- En este sentido, los valores de evaluación compatibles con la prevención ambiental según la UVPG deberán fluctuar entre 1 x 10^{-5} y 1 x 10^{-6}. Para garantizar el nivel de protección equivalente a la VSD se propone un riesgo aceptable de 1 x 10^{-6} con carácter de prevención.
- Por lo tanto, se recomienda usar escalas de evaluación basadas en un riesgo de 1 x 10^{-6} para la evaluación de impactos en la salud con carácter de prevención, como análisis de impacto ambiental o planes de salud. Solamente en el caso de que no existan valores de evaluación basados en el riesgo 1 x 10^{-6} se puede recurrir a valores correspondientes al riesgo 1 x 10^{-5}. Los valores asociados a un riesgo superior al 1 x 10^{-5} no tienen validez para evaluaciones basadas en el principio de prevención.

ESCALAS DE EVALUACIÓN PARA LA PREVENCIÓN AMBIENTAL EFICAZ

Con el propósito de asegurar una prevención ambiental eficaz, y debido a las razones anteriormente indicadas, se recomiendan las siguientes fuentes para evaluar los impactos en la salud en evaluaciones ambientales o planes de salud:

- Guías de la calidad del aire de la WHO/OMS 2000 y 2006a.
- Valores meta y escalas de evaluación considerando un riesgo adicional de cáncer aceptable de 10^{-6} de LAI 2004.
- Estimación del peligro de sustancias nocivas del medio ambiente y datos toxicológicos básicos y su evaluación de Eikmann *et al*. 1999.
- Concentraciones máximas de inmisiones de VDI 2001 y 2004c.

375 LAI 2004.

376 1995.

377 LAI 2004.

378 BGBI 1999, parte I, numeral 36, página 1554, del 12 de julio.

- Escalas de evaluación y estándares para diferentes contaminantes del aire de Kühling y Peters 1994.
- Concentraciones referenciales del portal electrónico de la EPA y nivel de mínimo riesgo del portal electrónico de la ATSDR.

Para una sustancia determinada, en muchos casos no se dispone de un valor individual claramente definido, sino de un rango de valores. Se realiza una evaluación de plausibilidad para determinar valores de evaluación relacionados con la sustancia que parecen apropiados según las fuentes consultadas. En tal sentido, se consideran diferentes criterios, por ejemplo la buena práctica profesional y la vigencia de los datos subyacentes para determinar valores de evaluación. Las indicaciones anteriores también se toman en cuenta para la selección del punto de partida para desarrollar el valor de evaluación y derivar recomendaciones para el riesgo permisible de sustancias cancerígenas. Para la evaluación, no se consideran los valores inadecuados. Es necesario cuestionar determinados valores de evaluación y su nivel de protección completo o en su mayor parte posible para la prevención ambiental eficaz.

5.4.3.5 Olores

Dagmar Hildebrandt

La medición del olor, u olfatometría, es un método de medición sensorial basado en el sentido del olfato del ser humano. Con ayuda de la olfatometría se determina la concentración de la sustancia causante del olordel aire de escape a investigar. Mediante el olfatómetro se establecen los factores de dilución del aire de escape por examinar. Se calcula así cuántas partes de aire inodoro neutral se tienen que mezclar con el aire cargado de olores para obtener una mezcla cercana al umbral perceptible de olores. Se mide en unidades olfativas (GE). La concentración de sustancias que causan el olor del aire de escape emitido por determinada fuente se indica en UOE/m^3UOE = unidades de olor europeas. Las UOE corresponden al valor inverso de la relación de dilución.

Tomando en cuenta esta definición, se concluye que el umbral perceptible del olor equivale a 1 UOE/m^3. En caso de detectar un valor de 100 UOE/m^3 en una determinada fuente, esto significa que se requieren 99 partes de aire inodoro por cada parte de aire contaminado para obtener una mezcla que corresponda al umbral perceptible del olor, es decir, que tenga un olor casi imperceptible. La concentración de olores no depende de los componentes individuales de la emisión sino de la interrelación entre sus diferentes componentes.

5.4.3.5.1 Descripción y determinación de los impactos relevantes para la salud

En la vida diaria, el ser humano se ve expuesto a múltiples impresiones olfativas, tanto de fuentes naturales y seres vivos como de fuentes artificiales, que forman parte de nuestra sociedad moderna industrializada. Estas últimas corresponden, por ejemplo, a materias primas, que se transforman o queman para producir energía o para elaborar toda clase de productos, o como resultado del tratamiento de desechos sólidos no reciclables. Algunos ejemplos de procesos con alta carga olfativa son: crianza de animales domésticos, industria alimentaria, química y petroquímica, plantas de saneamiento y tratamiento de residuos sólidos y líquidos. Las sustancias olfativas liberadas en tales procesos pueden contaminar el aire del entorno y generar olores perceptibles para el ser humano[379].

Este hecho genera problemas sobre todo en casos en los que dichos procesos se realizan cerca a asentamientos humanos, dado que la contaminación olfativa permanente o frecuente afecta significativamente el bienestar del ser humano. Un olor percibido como desagradable puede alterar el estado de ánimo, generar agresividad o incluso el impulso de escapar. Aun los olores percibidos como agradables al comienzo se pueden transformar en molestos en caso de una exposición permanente.

En la actualidad, no se dispone de suficientes datos para respaldar fehacientemente la tesis de efectos adversos en la salud originados por olores. Sin embargo, algunos estudios no descartan posibles perjuicios de salud causados exclusivamente por la percepción de olores. Se conoce, por ejemplo, el caso de una gran planta de producción de compost en la cual las emisiones olfativas afectaron a las personas del vecindario con síntomas como náuseas, vómitos, falta de apetito, mal sabor en la boca y problemas respiratorios. No obstante, el estudio no fue concluyente en afirmar que dichos síntomas eran resultado inmediato y exclusivo de la inmisión del mal olor.

Cada persona reacciona en forma diferente a la percepción del olor. Hay un alto nivel de subjetividad en la percepción e interpretación de olores. Nuestra manera de percibir y evaluar olores depende de la educación y de factores sociales, de la constitución física y psíquica en el momento de exposición al olor y de la relación que tengamos con la fuente de emisión del olor. Una reacción típica del ser humano frente a olores percibidos como desagradables es el deseo de alejarse. Cuando eso no es factible, por ejemplo en el entorno habitacional o laboral, es posible que surjan conflictos entre el emisor y el receptor del olor[380].

5.4.3.5.2 Evaluación de los impactos

Actualmente, la única norma alemana que define claramente el concepto general para la evaluación de inmisiones olfativas es la Directriz para las Inmisiones Olfativas (GIRL) que incluye valores límite, lo que llena un vacío que es el resultado de disposiciones legales o subordinadas insuficientes al momento de defi-

379 Mohr 2010.

380 Ib.

nir el umbral de relevancia para inmisiones olfativas. El LAI publicó y recomendó esta directriz en 1994. Actualmente, casi todos los estados federados alemanes, con excepción de Bremen y Hamburgo, exigen su aplicación mediante decreto; sin embargo, estos dos estados federados la consideran como referente para la toma de decisiones en determinados casos. Con el transcurso del tiempo, esta directriz ha sido modificada múltiples veces. En especial, se adaptó a la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire y al programa AUSTAL2000G[381].

El objetivo de esta directriz es garantizar una práctica uniforme para la evaluación de inmisiones olfativas con el fin de proteger el medio ambiente contra los efectos nocivos causados por dichas inmisiones, hasta contar con un decreto de nivel federal en Alemania. Se pretende evitar la desigualdad o la aplicación de criterios o trámites diferentes en la evaluación de inmisiones olfativas y las exigencias resultantes para plantas que generen tales inmisiones (véase numeral 1, inciso 4, GIRL). Por lo mismo, brinda especificaciones concretas al determinar el umbral de significancia de inmisiones olfativas[382].

La GIRL se basa en el concepto olor-horas para evaluar la relevancia de las inmisiones olfativas, tomando en cuenta la frecuencia relativa de su ocurrencia a niveles superiores al umbral perceptible. De acuerdo con esta directriz, se define el concepto de olor-hora como una hora olfativa en la cual el olor supera el umbral durante una determinada fracción porcentual de una hora cronológica. La GIRL fija esta fracción porcentual de la hora cronológica en 10 %[383]. Esto significa que la hora olfativa se registra para un determinado lugar afectado cuando la inmisión supera el umbral perceptible para una persona con olfato promedio durante la décima parte de una hora cronológica (es decir, 6 minutos, no necesariamente consecutivos). Según el tipo de zonificación, la directriz determina porcentajes anuales de horas olfativas como valores de inmisión. Por ejemplo, considera un valor límite de 10 % en entornos habitacionales mixtos y de 15 % en entornos industriales y comerciales.

Siguiendo estas indicaciones, en entornos habitacionales no se permite un número superior al 10 % de las horas anuales con categoría de horas olfativas. Al superar el valor máximo de horas olfativas el olor se convierte en relevante y constituye un efecto adverso al medio ambiente de acuerdo con la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones.

En entornos comerciales o industriales se aplica el mismo principio, pero el porcentaje varía al 15 % de las horas anuales. Se considera solamente el olor que emana claramente de la planta correspondiente. Otros perjuicios por olores, por ejemplo procedentes de incendios o del tránsito, no se incluyen en la evaluación de la contaminación global.

381 Este programa ofrece un modelo para la dispersión de olores de acuerdo con el modelo de distribución de Lagrange (<http://www.aus–tal2000g.de>).

382 Mohr 2010.

383 Hansmann 1999.

Cuando las condiciones dadas lo exigen en casos específicos, la directriz también permite la evaluación de la calidad del hedor (agradable/desagradable), además de la frecuencia relativa. Desde la aprobación de la GIRL, versión 2008, se considera la calidad del olor al momento de evaluar los criaderos de animales (se distingue entre aves, cerdos y ganado vacuno).

CÁLCULO DE LAS INMISIONES OLFATIVAS

Se utilizan las emisiones olfativas como base para calcular las inmisiones olfativas, con ayuda de un modelo de distribución del aire contaminado con olores. En el anexo 3 de la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire se describe el procedimiento del cálculo de distribución de gases y partículas. Ese modelo calcula las frecuencias de la percepción olfativa en relación con los tiempos de inmisión. El cálculo de la distribución se realiza en forma de secuencias temporales de un año cada una, o sobre la base de la distribución de frecuencias de distribución durante varios años. Se aplica también el modelo de partículas según la norma VDI 3945 Hoja 3 (2000-09)[384], considerando otras condiciones especiales. Utilizando los datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Alemán (DWD), se pronostican entonces las inmisiones olfativas.

Los perfiles de capas meteorológicas y parámetros correspondientes para la aplicación del modelo de partículas se indican en el mencionado anexo 3 de la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire:

- Dirección del viento a la altura del anemómetro
- Longitud de Monin-Obukhov
- Grosor de la capa de mezcla
- Longitud de rugosidad
- Altura de desplazamiento

Las inmisiones olfativas generalmente se determinan como indicadores de área de evaluación. Estas áreas cuadradas tienen una longitud de lado de 250 m. La longitud de lado puede reducirse hasta 50 m.

Al evaluar las inmisiones olfativas, por lo general se indica la contaminación olfativa total, la cual se compone del nivel de base / contaminación preexistente (de plantas existentes en la actualidad) y la contaminación adicional (de la planta por autorizar). Se utiliza el valor I para describir la inmisión olfativa:

- IV = Nivel de base / contaminación preexistente
- IZ = Contaminación adicional
- IG = Contaminación total

Finalmente, se evalúa el valor de contaminación total aplicando los umbrales de relevancia (valor (límite) para la inmisión = IW) (tabla 16).

384 VDI 2000.

Tabla 16. Alemania: umbral de significancia (valores de inmisión) de la contaminación olfativa en diferentes áreas de uso

Uso del terreno	Entorno habitacional y mixto	Comercial / industrial	Poblado rural
Carga total	0,10	0,15	0,15*

* Olores provenientes de la crianza de animales.

Para determinar la contaminación total de inmisiones olfativas procedentes de la crianza de animales se aplica un factor multiplicador de acuerdo con la especie animal para calcular la contaminación total. En cambio, las inmisiones olfativas provenientes de fuentes industriales se evalúan sin aplicación de algún factor en particular. No se considera la intensidad del olor en la evaluación de inmisiones olfativas con la GIRL. Varios estudios han comprobado que la consideración de la intensidad del olor tiene ninguna o poca relevancia[385].

5.4.4 Plantas / alimentación

Monika Machtolf

Los efectos en plantas y alimentos son variados y se dan a través del suelo, del aire (inmisiones) o del agua (agua subterránea o riego). La protección de los suelos considera y cuantifica la vía de actuación suelo-planta cultivada. En cambio, los efectos a través de otros medios ambientales no son tan fáciles de cuantificar.

Cuando, en el marco de un procedimiento de planificación, surge la preocupación por los contenidos de sustancias nocivas en plantas se realizan análisis de la vegetación en crecimiento en el suelo o de cultivos presentes en el lugar. La forma de la toma de muestras de la capa vegetal es un factor importante para lograr una muestra representativa en el lugar. Los contenidos de sustancias nocivas en las plantas dependen de varios factores (condiciones meteorológicas, etc.), de la especie de la planta y del cuidado aplicado por el productor. Por este hecho se requiere un número suficiente de muestras, las cuales se toman precisamente en el momento de la madurez para la cosecha[386].

Para la preparación del análisis de verduras, se aplica el Código de Leyes de Alimentos Humanos, Equipos Utilitarios y Alimentos Animales (LFGB), cuyo artículo 64 establece procesos de preparación del producto para su consumo, por ejemplo:

- Eliminación de las partes exteriores y dañadas de la planta.
- Eventualmente, retirar la cáscara (como en papas y zanahorias).
- Cuidadoso lavado y secado.

385 Steinheider & Winneke 1992.

386 Delschen & König 1998.

Los métodos analíticos (por ejemplo BVL L 00.00-19/1, BVL L 00.00-19/E) se rigen por las instrucciones del manual metodológico para alimentos de la Oficina Federal de Protección del Consumidor y de Seguridad Alimentaria (BVL). Estos procedimientos son parte del conjunto de métodos analíticos indicados en su artículo 35 para protocolos de muestreo y análisis de productos alimentarios. Una descripción detallada de la recopilación y la preparación de muestras de plantas cultivadas, y de la relevancia y el significado de los resultados, figuran en la hoja instructiva 22 de LANUV NRW[387].

Para la evaluación de los datos o las investigaciones se aprovecha la información del área legal referente a productos alimentarios, donde figuran también los valores límite para determinadas sustancias[388].

5.5 Determinantes físicos

5.5.1 Radiación ionizante

Inge Schmitz-Feuerhake

5.5.1.1 Introducción

La Oficina Federal de Protección Radiológica (BfS) define el término radiación "ionizante" así:

> La radiación ionizante comprende la radiación electromagnética (por ejemplo, rayos X y rayos gamma) y la radiación de partículas (por ejemplo, rayos alfa, beta y de neutrones). Este tipo de radiación cuenta con un nivel energético suficientemente potente como para ionizar átomos o moléculas, es decir, que puede transformarlos de un estado eléctrico neutral a partículas con carga positiva o negativa. La radiación puede atravesar materia (por ejemplo, células o un organismo) liberando su energía. En caso de que esta energía sea lo suficientemente potente, puede causar graves daños por radiación.
>
> La radiación ionizante proviene de fuentes naturales o de las actividades humanas. En los suelos y las rocas del manto terrestre y en los seres humanos se encuentran sustancias radioactivas naturales. En medicina, investigación, tecnología y plantas nucleares se usan y generan sustancias radioactivas artificiales[389].

387 LANUV NRW 2014.

388 Para el tema de plantas cultivadas/alimentos, se requeriría aquí un capítulo especial. Lamentablemente, la inclusión no ha sido posible en esta oportunidad debido a la premura del tiempo, pero queda pendiente como tema para la siguiente edición de los presentes lineamentos.

389 Disponible en http://www.bfs.de/de/ion.

Desde hace décadas existe una controversia entre científicos acerca de los efectos adversos para la salud como consecuencia de la radiación (por ejemplo, gravedad y frecuencia de enfermedades relacionadas con la radiación). El descubrimiento de los rayos X, por Wilhelm Röntgen, y de la radioactividad a comienzos del siglo XX generó gran interés por sus importantes aplicaciones en la medicina. Lamentablemente, este interés impidió la investigación exhaustiva de sus posibles efectos colaterales y la aplicación de medidas de protección más rigurosas. En 1928 se fundó, por iniciativa de radiólogos, la Comisión Internacional para la Protección Radiológica (ICRP). En la actualidad, las recomendaciones de esa organización siguen constituyendo la base oficial para la evaluación de riesgos de radiación. Hasta ahora, las asociaciones de radiólogos de todo el mundo reportan a dicha comisión.

Los daños más graves causados por la radiación ionizante son los cambios genéticos en la descendencia de individuos expuestos. Este principio fue descubierto por el premio Nobel Herman Joseph Muller en la década de 1920. Él observó en drosofílidos (moscas de la fruta) que incluso las dosis bajas de radiación, aun si provienen de fuentes naturales, generan un efecto mutagénico. A partir de la década de 1930 se descubrió que el cáncer era el resultado de una mutación a nivel celular (mutación somática) y que la enfermedad se originaba en una sola célula transformada. Muller llegó a la conclusión de que no hay dosis segura para la prevención de cáncer inducido por radiación[390].

La ICRP se refiere a este hallazgo posteriormente con el término "efecto estocástico" de la radiación: al exponer una población grande a una baja dosis de radiación se puede pronosticar la probabilidad de consecuencias para la salud, pero no identificar al individuo afectado. El número de casos aumenta con la dosis total, pero aun con la mitad de la dosis habrá un número mayor de afectados que con una tasa normal. Por lo tanto, no existe un valor umbral de efectividad o una dosis segura, ya que desde la dosis cero el número de incidencias va en ascenso. Las enfermedades cancerígenas causadas por radiación y las enfermedades genéticas en la descendencia de padres expuestos son parte del efecto estocástico.

Durante mucho tiempo, las autoridades se refirieron a este supuesto como un riesgo hipotético. Se consideró una hipótesis extremadamente cautelosa, dirigida a la protección del ciudadano. Suponían que, en realidad, en caso de dosis bajas los efectos serían demasiados raros como para comprobarlos estadísticamente. Sin embargo, las autoridades tuvieron que cambiar su apreciación por dos efectos largamente conocidos que recientemente se lograron comprobar: primero, el aumento de casos de cáncer de pulmón en la población debido a la exposición a niveles supuestamente normales del gas radioactivo radón en el aire respirable de edificios habitacionales; y, segundo, por la comprobación de los hallazgos de la médico inglesa Alice Stewart que, en la década de 1950, relacionaban enfermedades cancerígenas en niños con exámenes radiológicos en mujeres embarazadas. Actualmente existe un consenso entre los científicos en el sentido de que las poblaciones expuestas a radiación en su entorno laboral, inclusive con niveles

390 Muller 1936.

dentro de los límites legales, sufren significativamente mayor impacto de enfermedades a posteriori.

La autorización y el uso de fuentes de radiación para aplicaciones de industria, comercio, investigación o medicina exponen a la población externa a dosis mínimas. Este hecho acepta implícitamente un determinado número de muertes relacionadas con tales actividades en la población.

5.5.1.2 Criterios de evaluación y parámetros derivados para el bien a proteger salud humana de acuerdo con la Comisión Internacional de Protección Radiológica

Partiendo del concepto de que una baja dosis destruye o hace mutar solamente pocas células en el tejido, se consideran tres efectos nocivos de importancia en la protección radiológica:

- Daño al fruto por mutación de la célula embrionaria (genético).
- Desarrollo de tumores (somático).
- Daño a embriones o fetos en el útero por la radiación.

Puede causar muerte del feto, muerte prematura o defectos genéticos del recién nacido, malformaciones y anomalías en las funciones. Dichos efectos no se consideran efectos estocásticos porque dependen mucho del estado de desarrollo en el momento de la exposición.

Con el fin de determinar los perjuicios, la ICRP ha desarrollado los conceptos dosis equivalente en la unidad de dosificación Sievert (Sv). Estas medidas se aplican para determinar el número de efectos estocásticos en determinados órganos o tejidos, o también la gravedad de los perjuicios por radiación en el útero. Se basan en la unidad física dosis de energía. Esta dosis se define como cantidad de energía absorbida por cada kilogramo de tejido y se mide por unidades Gray (Gy), que equivalen en joules (J) a una dosis de 1 J/kg.

Sin embargo, los diferentes tipos de radiación ionizante causan distintos efectos biológicos, incluso si la dosis absorbida es la misma. Por ello se distingue entre radiación ionizante suave (por ejemplo, rayos X, rayos gamma y rayos beta) y radiación ionizante dura (por ejemplo, rayos alfa y neutrones). Esta última libera mayor cantidad de energía por recorrido y genera mayor impacto en las células. Por esta razón, se aplica el factor de ponderación de la radiación wR para calcular la dosis equivalente a partir de la dosis absorbida. En caso de rayos alfa, la ICRP establece este factor en 20, y para rayos de neutrones entre 5 y 20, según sea su nivel de energía cinética. En general se calcula:

DOSIS EQUIVALENTE EN SV = WR X DOSIS ABSORBIDA EN GY

La radiación referencial son rayos X generados con una corriente de 250 kVp, con el factor de ponderación wR = 1. La ICRP aplica este mismo factor para otra clase de radiación ionizante suave, es decir, en estos casos la dosis equivalente debe ser igual a la dosis de energía.

En este contexto, la dosis como escala de evaluación del perjuicio no considera el factor tiempo. Existe la posibilidad de una dosis alta por un periodo corto, por ejemplo una toma con rayos X. Por otro lado, puede haber efectos acumulativos prolongados, por ejemplo por contaminación radioactiva del medio ambiente. También existe la posibilidad de asimilar sustancias radioactivas en el cuerpo y retenerlas por periodos prolongados, es decir una exposición crónica.

La dosis se refiere a la energía absorbida en relación con la masa de tejidos, por eso se debe indicar el tipo y el tamaño del tejido afectado de la persona expuesta. Los valores límite para la dosis, indicados en el Reglamento Federal para la Protección contra Radiación (StrlSchV) y administrados por la Comisión para Protección contra la Radiación (SSK), son dosis efectivas medidas en Sievert (Sv) o Milisievert (mSv). Esta definición de la ICRP se aplica para poder comparar el perjuicio para toda clase de exposición parcial del cuerpo. Es la suma de las dosis parciales en distintas partes del cuerpo, tomando en cuenta la sensibilidad del órgano o el tejido frente a la radiación. La exposición homogénea del cuerpo a la radiación equivale a la dosis de cuerpo completo.

Las exposiciones radioactivas naturales y artificiales con el sistema de la dosis equivalente definida de este modo se indican en la tabla 17.

Tabla 17. Comisión Internacional de Protección Radiológica: exposición por causa de fuentes de radiación naturales o artificiales

Fuente	Dosis	Notas
Terreno natural*	Aprox. 1 mSv/año	Dosis de cuerpo completo
Incremento de la radiación en altura de 1500 m	0,3 mSv/año	Dosis de cuerpo completo
Radón en el entorno habitacional	5-50 mSv	Dosis pulmonar promedio
Toma convencional con rayos X	< algunos mSv	Dosis promedio en el tejido
Tomografía computarizada	10-100 mSv	Dosis promedio en el tejido
Radioterapia	algunos 10 Sv	Dosis promedio en el tejido
Valor límite para la población general	1 mSv/año	Dosis efectiva**
Valor límite para la exposición en el entorno laboral	20 mSv/año***	Dosis efectiva

* Sin radón en el aire respirable.
** Véase a continuación.
*** Exacto: 100 mSv en 5 años.

En la tabla 18 se indica la evaluación cuantitativa de la ICRP para consecuencias de bajas dosis de radiación. Para determinar estos riesgos, la comisión utilizó datos de los sobrevivientes de las bombas nucleares del Japón, ya que estos son examinados hasta la fecha en la Fundación para la Investigación de Efectos Radiológicos (RERF) de Hiroshima. Este instituto fue creado por EUA e inició

sus actividades en 1950, cinco años después de las explosiones nucleares de Hiroshima y Nagasaki.

Los efectos adversos de la radioactividad, como muerte por cáncer y presencia de enfermedades hereditarias en la primera generación, se consideran un riesgo por la exposición y se evalúan a nivel cuantitativo. Para el impacto estocástico se toma como supuesto la proporcionalidad de la dosis. El valor de riesgo de muerte por cáncer (columna 2) significa que, en caso de exponer una población de 10 000 personas a una radiación de 1 Sv (o 100 000 personas a 0,1 Sv), 550 personas morirán por cáncer como consecuencia de esta radiación. Viéndolo como riesgo individual, esto significa que el riesgo de morir por cáncer luego de la exposición a una radiación de 1 Sv (efectiva) equivale al 5,5 %, en caso de 0,1 Sv equivale a 5,5 por mil, etc.

Tabla 18. Comisión Internacional de Protección Radiológica: daños a la salud por causa de exposiciones a dosis reducidas crónicas de una población

Rubro	Mortalidad por cáncer	Enfermedades genéticas	Efectos por exposición en el útero	Otras enfermedades aparte de cáncer y tumores
ICRP 2007 y 2012 Indicación de riesgos	550 muertes por 104 Sv (5,5 % por Sv)	20 casos por 104 Sv (0,2 % por Sv)	No hay efectos debajo de 100 mSv	No hay efectos debajo de 500 mSv
Observaciones	Subestimación con factor 2 según la BfS Subestimación con factor 4 según la BfS debido a la relación entre efecto biológico y nivel de energía	Evaluación no conservadora de acuerdo con científicos genéticos, numerosos efectos en la primera generación por las deposiciones radioactivas de Chernobyl	No incluidos: cáncer, malformaciones, retraso mental, síndrome de Down, enfermedades pediátricas, nacidos muertos, mortalidad en lactantes, abortos espontáneos, bajo peso al nacer	A pesar de los múltiples hallazgos que indica la literatura

Se indica la dosis efectiva en caso de cáncer, para enfermedades genéticas la dosis de gónadas y para efectos en el útero, la dosis uterina.

El riesgo derivado corresponde al promedio de una población de diferentes edades. Sin embargo, en casos individuales hay que tomar en cuenta la mayor sensibilidad frente a la radiación de niños, adolescentes y no nacidos. La ICRP estima que el riesgo de contraer cáncer después de una exposición dentro del útero o en la niñez temprana es tres veces superior al de la población general[391].

El esquema de la ICRP sigue siendo una aproximación para lograr una escala unificada de evaluación de efectos de diferentes tipos de radiación y para encontrar una forma simple y comprensible de descripción de las consecuencias de la exposición a la radiación. Por la compleja estructura y los cambios de paráme-

391 ICRP 2007.

tros posteriores a su introducción, el modelo no se aplicará en el largo plazo en su forma actual; por lo mismo, no brinda una escala realmente adecuada para la clasificación en el marco de las evaluaciones ambientales.

5.5.1.3 Estado incompleto de los impactos considerados en el contexto del código de protección radiológica vigente a la fecha

5.5.1.3.1 Riesgo somático de radiación

El enfoque por parte de la ICRP en lo que respecta al riesgo de mortalidad por cáncer (aunque en el cálculo del riesgo se incluye una parte de casos de cáncer que no conducen a la muerte) resta exactitud a este procedimiento porque la situación cambia debido al éxito de las terapias modernas y, además, no es aplicable a todo tipo de radiación.

A partir de la década de 1980 surgieron críticas por las limitaciones de Japón como referencia para otras cohortes expuestas a radiación. En el caso de las explosiones nucleares hubo una exposición tipo relámpago de extremadamente corta duración. La ICRP considera este tipo de exposición dos veces más efectivo en comparación con una exposición crónica (se aplica un factor de dosis y una tasa de efectividad de la dosis tipo = 2). Numerosos estudios con personas expuestas a radiación en el entorno laboral han mostrado que este procedimiento tiene deficiencias. Por este motivo, la SSK[392] y la Oficina Federal Alemana de Protección Radiológica rechazan su uso. Ambas instituciones consideran el riesgo por radiación dos veces superior a la tasa de la ICRP (tabla 18, columna 2)[393].

Además, los sobrevivientes japoneses estuvieron expuestos a una radiación gamma altamente energizada y penetrante, con valores de hasta 20 voltios de megaelectrones (MeV), con un promedio que alcanzó los 3 MeV[394]. Se ha comprobado que este tipo de radiación no surte tantos efectos a nivel biológico como una radiación X o gamma con el nivel energético característico de la contaminación ambiental con isótopos radioactivos naturales o artificiales (tabla 18, columna 2).

Otro inconveniente es el enfoque de la ICRP exclusivamente en tumores malignos, considerando que la radiación ionizante induce también tumores benignos en diferentes tejidos corporales[395]. Especialmente los tumores cerebrales benignos, y otros del sistema nervioso central, son muy graves cuando se presentan en tejidos de soporte y cobertura de nervios altamente sensibles. Un ejemplo son los meningiomas que en su mayor parte son benignos[396].

392 Esta comisión es un ente asesor del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear (BMUB).

393 SSK 2007; BfS 2005.

394 Straume 1995.

395 Schmitz-Feuerhake 2009.

396 Schmitz-Feuerhake *et al.* 2010.

Después del accidente nuclear de Chernobyl en 1986, en los países aledaños se registró un incremento de enfermedades sin crecimiento de tumores, que aparentemente fueron consecuencia de la exposición crónica a la radiación. Estos resultados no han sido considerados por la ICRP hasta la fecha. Sin embargo, aceptó el hecho de que los sobrevivientes japoneses —su población de referencia predilecta— desarrollaron otras clases de enfermedades relacionadas con la radiación además del cáncer[397]. Se trata sobre todo de enfermedades del sistema circulatorio y del corazón, del sistema gastrointestinal y del respiratorio[398]. En 2007 no había todavía confirmación de que estas enfermedades pudieran ser causadas por un nivel de radiación por debajo de 0,5 Sv y, en consecuencia, los resultados no se consideraron al calcular el riesgo[399].

En 2012, la ICPR se manifestó en lo referente a los mecanismos de acción de la radiación sobre los tejidos, y evaluó la relación entre efectos no cancerígenos y la potencia de la dosis (dosis por unidad celular)[400]. En el caso de cataratas y enfermedades circulatorias se concluyó que las consecuencias de casos de bajas dosis no dependen de la potencia de la dosis sino de daños al azar, tal como se observa también para el cáncer. Es decir, se deberían categorizar como daño estocástico. Considerando su (supuestamente) bajo nivel de incidencia, la ICRP optó por definir un nivel aplicable para el umbral de 0,5 Sv para estos casos. Ya no se puede utilizar esta evaluación para las cataratas porque existen numerosos diagnósticos en poblaciones expuestas a radioactividad y tripulantes de aeronaves[401]. De igual manera, la SSK ya no reconoce para el caso de Alemania los umbrales para la dosis en el caso de cataratas[402].

Gran parte de los expertos actualmente acepta la existencia de efectos relevantes por bajas dosis debajo de 0,5 Sv en el incremento de enfermedades del sistema circulatorio. Little y otros 26 científicos de diferentes países publicaron en noviembre de 2012 un trabajo al respecto. Según datos preliminares, los autores concluyen que la mortalidad por enfermedades cardiacas y del sistema circulatorio causadas por radiación es similar a la mortalidad por cáncer ocasionado por radiación (tabla 18, columna 5). Se puede demostrar que no se trata de un resultado muy conservador. Se deben incluir también otras enfermedades en diferentes órganos dentro de la lista de los daños por radiación[403].

397 Preston *et al.* 2003; Yamada *et al.* 2004.

398 Shimizu *et al*. 2010; Ozasa *et al.* 2012.

399 ICRP 2007.

400 ICRP 2012.

401 Schmitz-Feuerhake & Pflugbeil 2006.

402 SSK 2009.

403 Schmitz-Feuerhake & Pflugbiel 2013a.

5.5.1.3.2 Riesgo genético de radiación

Gracias a estudios en animales y a observaciones en seres humanos se conocen los siguientes daños genéticos en descendientes de personas expuestas a radiación ionizante:

- Deficiencias de desarrollo graves (abortos, bajo peso al nacer, mortalidad perinatal, mortalidad infantil, malformaciones, infertilidad, enfermedades graves por causa de defectos de cromosomas o anormalidades genéticas).
- Cáncer infantil o en la adultez.
- Deficiencias inmunológicas y múltiples efectos degenerativos.

La ICRP se limita exclusivamente a la observación de efectos dominantes en la primera generación. Los valores de riesgo se deducen de experimentos con ratones. Afirma que no existen pruebas científicas directas para respaldar la incidencia de enfermedades hereditarias en hijos de padres expuestos a radiación[404]. También sostiene que en los sobrevivientes japoneses de las explosiones nucleares no se encontraron altos niveles de anomalías hereditarias. Por otro lado, los críticos afirman que en estos casos se evaluó solamente un número limitado de características genéticas y que a la fecha se desconoce la gama completa de daños por mutación. Además, la recopilación de datos entre los descendientes de padres expuestos a la radiación fue difícil porque estas personas fueron marginadas por la población. Para permitir que sus hijos formaran familias, los padres trataron de ocultar su origen y no informaron sobre posibles daños genéticos[405].

En la población afectada por el accidente nuclear de Chernobyl, y también en los descendientes de los "liquidadores", se ha podido detectar todo tipo de perjuicios como los mencionados anteriormente[406], lo cual comprueba que las consideraciones de la ICRP subestiman gravemente los efectos[407].

5.5.1.3.3 Riesgo por radiación durante una exposición en el útero

Ya en la época de Muller se conocían los daños por radiación dentro del útero en embriones y fetos. Se sabe de cánceres, muerte del fruto, malformaciones o problemas funcionales. El tipo y la frecuencia del daño dependen del estadio de desarrollo[408]. En el pasado, la ciencia nuclear consideró que la vida no nata era el sistema más sensible a los efectos de la radiación; se ha confirmado este supuesto en numerosos estudios acerca de los efectos de Chernobyl en países aledaños, pero también en otros más alejados de Europa occidental[409].

404 ICRP 2007.

405 Yamasaki & Schull 1990.

406 Los "liquidadores" eran los soldados y otras personas, en su mayoría hombres jóvenes, que se reclutaron para aplicar medidas de protección contra la radiación y trabajos de limpieza en el sitio del accidente. Véanse Scherb & Weigett 2003 y 2004; Yablokov *et al.* 2009.

407 Schmitz-Feuerhake 2013b.

408 Fritz-Niggli 1997.

409 Körblein & Küchenhoff 1997, Kórblein 2003; Küchenhoff *et al.* 2006; Busby *et al.* 2009; Yablokov *et al.* 2009.

La ICRP introdujo un valor umbral para la radiación equivalente 100 mSv para evitar efectos por exposición en el útero (tabla 18, columna 4)[410]. Para este valor no existe respaldo de la investigación científica ni tampoco evidencia basada en la evaluación de datos provenientes del Japón[411].

5.5.1.4 Deficiencias y contradicciones en el procedimiento legal obligatorio para la determinación de la dosis en el caso de contaminaciones en el entorno

La tabla 19 brinda un resumen de resultados de enfermedades de cáncer en niños residentes en las cercanías de plantas nucleares en Europa elaborado por el Comité Europeo sobre los Riesgos de la Radiación (ECRR). Esta institución se fundó en 1998 como alternativa para la ICRP. Ya se habían realizado estudios similares antes de 1983 (por ejemplo, para las plantas nucleares Lingen y Würgassen en Alemania). Sin embargo, el caso de la planta de reciclaje de combustibles nucleares en Sellafield, Reino Unido, sentó precedentes al ser la primera vez que las autoridades tuvieron que reconocer oficialmente un incremento de enfermedades superior a los efectos del azar y comprobado estadísticamente.

Tabla 19. Países de Europa: aumento del porcentaje de leucemia y cáncer en niños en los alrededores de instalaciones de tecnología nuclear

Planta nuclear	Año	Notas
Sellafield/Windscale, Reino Unido*	1983	Examinado por el Comité de Médicos para los Efectos de la Radiación en el Medio Ambiente (COMARE): emisiones altas al aire y al océano.
Dounreay, Reino Unido*	1986	Examinado por COMARE: emisión de partículas al aire y al océano.
La Hague, Francia*	1993	Emisión de partículas al aire y al océano. Estudio de control del caso y ecológico.
Aldermaston/Burghfield, Reino Unido***	1987	Examinado por COMARE: emisiones altas al aire y a los ríos.
Hinkley Point, Reino Unido**	1988	Descargas al océano y en la orilla.
Harwell, Reino Unido****	1997	Descargas al aire y al río.
Birkenfeld, Alemania*****	1990	Descargas al aire y al agua potable.
Geesthacht, Alemania** / ****	1992	Descargas al aire y al río Elba.
Jülich, Alemania****	1996	Descargas al aire y al río.
Barsebaeck, Suecia**	1998	Descargas al aire y al océano.

* Plantas de reciclaje de desechos nucleares con descargas al océano.
** Plantas nucleares con emisiones al agua.
*** Fábricas de materiales de armamento nuclear y combustibles para plantas nucleares.
**** Instituciones para la investigación nuclear con descargas a ríos locales.
***** Depósitos de residuos de uranio (COMARE).
Fuente: ECRR 2003; Hoffmann *et al*. 1990; Kuni 1998.

410 ICRP 2003.

411 Busby *et al.* 2009.

En el caso de la planta nuclear de Krümmel, ubicada en un distrito de la ciudad de Geesthacht, aproximadamente a 30 km al sur de Hamburgo, entre 1990 y 1991 se registró un extraño número de casos de leucemia. En la ribera sur del río Elba, en la comunidad de Elbmarsch de 1500 habitantes, se registraron 6 casos en dos años, lo cual equivale a un nivel 14 veces superior a la incidencia normal de esta enfermedad. Además, en esta misma zona, ubicada kilómetro y medio río arriba de la planta nuclear, existe una antigua planta ya cerrada de la Sociedad para la Utilización de la Energía Nuclear en la Construcción Naval y el Transporte Marítimo (GKSS), con dos reactores nucleares para la investigación.

En años posteriores, se registraron otros casos, esta vez también en la ribera opuesta del río Elba. Las autoridades reconocieron finalmente la presencia de una frecuencia excepcional de casos, pero negaron una posible relación con las emisiones radioactivas de las plantas. Los datos publicados por el Registro de Cáncer de la Niñez también demostraron un aumento en los casos de leucemia en niños pequeños en el entorno de otras plantas nucleares en Alemania. Gracias a estos datos y a la creciente presión por parte de las organizaciones para la protección ambiental, se encargó un estudio sistemático sobre cáncer infantil en el entorno de plantas nucleares, conocido como KiKK .

A fines de 2007 se publicaron los resultados de dicho estudio basado en datos de los años 1980 a 2003. Se concluyó que el hecho de vivir en el entorno de una planta nuclear aumentaba significativa y continuamente el riesgo de contraer cáncer en niños pequeños[412]. Se comprobó que el porcentaje de incidencia de leucemia en niños de hasta 5 años de edad con domicilio dentro de un radio de 5 km de una planta nuclear aumentó en más del 100 %. Este efecto era consistente, incluso al no considerar los datos de la planta nuclear Krümmel para el cálculo.

Gracias a los resultados del estudio KiKK se realizaron estudios similares en otros países europeos, entre otros en Francia[413], donde se evaluaron incidencias en la cercanía (radio de 5 km) y en tres zonas exteriores (5-10 km, 10-15 km, 15-20 km) más distantes, comparando los datos con la incidencia promedio de leucemia en Francia. Los autores afirmaron no poder detectar mayor riesgo de leucemia. Sin embargo, al examinar detenidamente dicho estudio, resalta que hay un incremento no significativo a nivel estadístico. Körblein[414] evaluó los datos para niños menores a 5 años en conjunto con los datos procedentes de Alemania, el Reino Unido y Suiza. En estos casos no siempre se registró un incremento estadísticamente significativo. Su análisis arroja un incremento significativo en la zona cercana a las plantas y una impresionante coincidencia entre los datos individuales (tabla 20).

412 Kaatsch *et al.* 2007.

413 Sermage-Faure 2012.

414 Körblein 2012.

Tabla 20. Países de Europa: riesgo relativo de leucemia en las cercanías de instalaciones nucleares para niños de hasta 5 años de edad

País	Periodo	Riesgo relativo (RR) de leucemia	Valor P	Referencias
Alemania	1980-2003	1,45	0,058	Kaatsch *et al*. 2008
Reino Unido	1966-1993	1,39	0,197	COMARE 2011
Suiza	1985-2009	1,46	0,334	Spycher *et al*. 2011
Francia	1990-2007	1,48	0,225	Sermage-Faure 2012
Los cuatro países		1,44	0,003	

Fuente: Körblein 2012.

Se sabe que la leucemia es una consecuencia típica de la exposición a la radiación, y que los niños pequeños son la población más vulnerable a la contaminación radioactiva en el medio ambiente. Por eso, hay una explicación obvia para este fenómeno presente en Europa: el único factor en común es la liberación de sustancias radioactivas al ambiente en las cercanías de las plantas nucleares evaluadas. Sin embargo, las autoridades responsables insisten en afirmar que las dosis emitidas por dichas plantas nucleares son insuficientes para causar un nivel de incidencia que sea estadísticamente comprobable. Los autores del estudio KiKK sobre cáncer infantil en el entorno de plantas nucleares y la SRU sostienen que faltaría un factor de 1000, sin referirse a la supuesta relación entre dosis y efecto.

Contrariamente a los supuestos de la ICRP, habría que reconocer que la exposición crónica de una población a la radiación debería considerar las siguientes vías de inducción de cáncer en niños:

- Exposición de los niños mismos.
- Exposición dentro del cuerpo de la madre.
- Inducción genética mediante la exposición de padre o madre.

La determinación de la dosis es otro problema, ya que no es posible medir directamente la dosis que afecta a la población. Es necesario aplicar un modelo matemático y múltiples parámetros para calcular la dosis a la que está expuesta la población, considerando las emisiones radioactivas a través de la chimenea o del agua usada en los procesos. Por varias razones surgen dudas justificadas acerca de la validez de los resultados:

- Solo los propios operadores de las plantas nucleares pueden registrar en forma continua e integral las emisiones radioactivas de estas a través de las chimeneas o del agua. El monitoreo en el entorno es incompleto y no considera, por ejemplo, las fuentes de radiación alfa (como plutonio), que son muy peligrosas[415].

415 Schmitz-Feuerhake *et al.* 2005.

- Las autoridades afirman que las dosis determinadas son de carácter conservador, es decir consideran altos niveles de seguridad, lo cual no es cierto. Posiblemente haya un factor exponencial a tomar en cuenta por la inexactitud del cálculo de distribución de sustancias radioactivas en el medio ambiente por aire, agua y partículas hacia el metabolismo humano de nucleidos[416].
- En el caso de niños pequeños, en rápido crecimiento, es especialmente difícil determinar la dosis radioactiva incorporada; más aún en el caso de exposición intrauterina. Científicos ingleses condujeron experimentos con animales en relación con los casos de leucemia en el entorno de la planta nuclear de Sellafield. Pudieron detectar impactos extremadamente fuertes de la radiación alfa en el sistema celular para la generación de sangre, incluso antes del desarrollo de dichos órganos[417].

Para el caso de Krümmel se investigó detalladamente este tema. Los estados federados afectados, Schleswig-Holstein y Baja Sajonia, formaron comisiones sobre leucemia con la participación de científicos alternativos e integrantes de la acción ciudadana de Elbmarsch. Se realizaron algunos estudios y se contrataron peritos externos con apoyo financiero de fondos públicos y aportes de los mismos ciudadanos y de la Sección Alemana de la Asociación Internacional de Médicos para la Prevención de la Guerra Nuclear (IPPNW), Además, el Estado Federado de Schleswig-Holstein financió un peritaje sobre efectos biológicos de la radiación y la relación entre dosis y efecto[418].

Tomando en cuenta las aberraciones cromosómicas de diez niños y veinte adultos domiciliados en zonas aledañas, se comprobaron los efectos de la exposición radioactiva en la población[419]. La mayor fuente de contaminación fue un accidente técnico nuclear del reactor experimental de la GKSS, ocurrido el 12 de septiembre de 1986, que permitió el escape de combustibles nucleares radioactivos al ambiente. Sin embargo, las autoridades y los gobiernos negaron su participación en la discusión pública con los investigadores, afirmando que era imposible determinar la causa de los casos de leucemia[420].

Como resultado de estas investigaciones llevadas a cabo en Krümmel, se sabe que, al desconocer los niveles de error de los cálculos, no se puede determinar la dosis de la población a partir de las emisiones radioactivas de las plantas. Este hecho es reconocido en el informe de Hinrichsen y Schumacher sobre efectos biológicos de la radiación. Este informe se refiere también al método para calcular la distribución de emisiones radioactivas en el medio ambiente previsto en el Reglamento Federal para la Protección contra Radiación. Como ya se ha indicado, el resultado carece de validez estadística; por eso no es posible referirse a

416 Dannheim 2000.

417 Lord *et al.* 1992.

418 Stevenson 2001.

419 Dersee *et al.* 2007.

420 Wassermann *et al.* 2004.

valores conservadores porque los parámetros usados no lo son, sino que se trata de valores medianos, promedio y estimados.

Para la procedencia de los factores de dosis rigen las mismas observaciones. Estos valores indican la dosis en el órgano en Sv por absorción, sea por vía oral o aérea, de una determinada cantidad de un nucleido indicado, medido en Becquerel (Bq). En la década de 1990 se generó una crítica generalizada en la literatura científica que no llevó a consecuencias prácticas[421].

5.5.1.5 Criterios de evaluación y parámetros para una protección moderna contra la radiación

5.5.1.5.1 La inconveniencia de la "dosis efectiva" como parámetro del daño

En la normativa alemana para la protección contra la radiación, generalmente se aplica la dosis efectiva como parámetro del daño. Esta dosis efectiva considera la sensibilidad de ciudadanos adultos con ayuda del factor de ponderación de tejidos. Para la evaluación de riesgos según la ICRP, sería necesario considerar además —en forma separada— la mortalidad proyectada por cáncer como consecuencia de la exposición de embriones, fetos y niños pequeños. En estos casos se deben ponderar de manera diferente las dosis uterinas de madres y de niños pequeños.

La dosis efectiva en caso de contaminación del entorno no indica el riesgo genético. Este riesgo constituye, según la ICRP, un efecto estocástico, es decir, cada incremento de la exposición produce un incremento de incidencias en la población. Es probable que muy pronto el riesgo incluya otras enfermedades aparte del cáncer. Por eso, a futuro habrá que volver a usar las dosis por órgano y tejido correspondientes.

Los valores límite recomendados por la ICRP consideran el bien común para justificar los casos adicionales de siniestro. Existe un valor límite relativamente alto para dosis en caso de personas expuestas a radiación en zonas de control del entorno laboral (100 mSv en 5 años), que se compara con el riesgo de muerte en otros entornos laborales. Se parte del supuesto de que la sociedad tolera este riesgo, y de que dicho valor límite garantiza un riesgo inferior a otras ocupaciones.

Esta afirmación no es correcta, porque jamás se ha realizado una consulta a la sociedad al respecto. Más bien, se observa un debate en torno a diagnósticos previos a la implantación, legalización de abortos y cuidado de niños con cáncer. Este debate demuestra el interés de la sociedad por prevenir perjuicios para la salud de los descendientes y garantizar su nivel de bienestar como un tema prioritario frente a la salud de los adultos.

Por lo tanto, la muerte por cáncer a temprana edad no tiene el mismo significado que la muerte a edad avanzada. La mera indicación de la dosis es insuficiente,

421 Fairlie 2005; Dannheim *et al.* 2000; Schmitz-Feuerhake 2001.

porque no considera este hecho. Por esta razón, con frecuencia se considera el número de años perdidos como indicador de daño; sin embargo, este tampoco es un indicador apropiado a nivel colectivo, en caso de aplicarse independientemente de la edad de los afectados.

5.5.1.5.2 Protección de la población

Según la ICRP, el valor límite de dosis de la inmisión artificial de la población depende de la emisión natural del terreno (tabla 17). En determinados casos, se acepta el incremento de la exposición al doble de la dosis de radiación natural cuando el bien común de la sociedad lo justifique.

El Reglamento Federal para la Protección contra Radiación no se limita a exigir valores límite de dosis, sino que en su artículo 6 exige además la minimización. Según estas disposiciones, el operador de una planta u otro emisor de radiación ionizante deben asegurarse de minimizar la exposición y la contaminación por radiación de humanos y del medio ambiente. Se exige la aplicación de conocimientos científicos y avances tecnológicos, considerando las particularidades de cada caso, para lograr los menores valores posibles, incluso por debajo de los valores límite.

La ICRP (tabla 18) estima el riesgo de radiación por contaminación del medio ambiente con bajas dosis en 5,7 % por Sv (mortalidad por cáncer y enfermedades genéticas dominantes). Al aplicar el valor límite en 1 mSv por año, y suponiendo una expectativa de vida de la generación poblacional de 70 años, resulta 70 x 5,7 x 10^{-5} = 0,004 casos de siniestro, es decir 4 siniestros por cada 1000 personas (riesgo por duración de vida: 4 x 10^{3} para 1 mSv por año).

Es obvio que, dentro del sistema usado por la ICRP, los valores límite no garantizan un límite determinado de siniestralidad inferior a una persona por cada millón de habitantes. El riesgo de por vida para sustancias nocivas individuales equivalente a 1 x 10^{-6} se considera tolerable, como dosis prácticamente segura (VSD) (capítulo 4.4.3.4). Si se aplica este riesgo tolerable al determinar la exposición con un factor de radiación de 4 x 10^{-3} para 1 mSv por año, resulta un valor de prevención equivalente a la inmisión de 0,00025 mSv = 0,25 µSv por año como dosis efectiva y dosis de gónadas.

Existe otra razón adicional que impide que la versión actualmente vigente del Reglamento Federal para la Protección contra Radiación pueda garantizar el riesgo de 1 / 1 millón y el principio de prevención. Las autoridades y los operadores de las plantas nucleares alemanas siempre aseguraron que —por el diseño de las plantas— las dosis por emisiones para la población respetaban niveles inferiores a los valores límite, y que en la realidad eran mucho más bajos aún. Observando los efectos en la salud de las personas del entorno (capítulo 4.5.1.4), es imposible que esto sea verdad.

La dosis calculada de acuerdo con el Reglamento Federal para la Protección contra Radiación corresponde a la dosis máxima en el punto del entorno más expuesto. No se considera el número de personas afectadas por la contaminación y, por lo tanto, es imposible determinar el número de siniestros.

El parámetro más preciso sería la dosis colectiva, para indicar la suma de todas las dosis individuales en personas afectadas del entorno. Los críticos siempre han exigido la aplicación de la dosis colectiva para limitar los perjuicios. La ICRP afirma que, en caso de efectos proporcionales de dicha dosis, estos son directamente proporcionales al nivel de mortalidad y de daño genético en los descendientes. Sin embargo, a diferencia de los métodos actuales, la determinación de la dosis colectiva se debería basar en un procedimiento aproximado realmente conservador.

Desgraciadamente, durante las décadas pasadas la ICRP y otras instituciones internacionales mantuvieron un enfoque únicamente centrado en el riesgo de radiación individual.

El valor límite indicado anteriormente de 0,25 µSv por año no considera que las indicaciones de riesgos de la ICRP subestiman notablemente los riesgos existentes, ni tampoco toman en cuenta la sensibilidad diferente de determinados grupos vulnerables dentro de una población. Sería posible justificar dicho valor límite porque representa el valor máximo que no debe ser superado individualmente; sin embargo, no se ha comprobado que este valor garantice suficiente protección de la descendencia.

Para la dosis referencial y la dosis equivalente es posible apoyarse en el nivel de base procedente de la radiación natural. Se supone entonces que este nivel de radiación y exposición natural es causante de los niveles actuales y de los incrementos en décadas pasadas del cáncer en niños, así como de conocidos o supuestos daños genéticos y teratogénicos. Con el fin de limitar el daño, se debería autorizar solamente una dosis de radiación adicional, por ejemplo de 0,25 µSv, que corresponde a una pequeña fracción de este nivel de base de radiación.

Considerando la especial gravedad de las enfermedades hereditarias dominantes como consecuencia de la radiación, se puede determinar la cuota espontánea por daños en los cromosomas X según el Comité Científico de Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de la Radiación Atómica (UNSCEAR) en un valor de 1,65 % de todos los nacimientos[422].

Se supone entonces que este daño es el resultado de la exposición a la radiación natural. Esto significa que una contaminación adicional de hasta 0,25 µSv por año generaría un daño adicional equivalente a $1{,}65 \times 0{,}25 \times 10^{-5} = 0{,}41 \times 10^{-5}$ de los nacimientos. En una población constante con una expectativa de vida promedio de 70 años, el segmento de recién nacidos de la población sería $1/70 = 1{,}4 \times 10^{-2}$, lo que equivale a un incremento de $0{,}57 \times 10^{-7}$, o aproximadamente 0,06: 1 millón.

Dicha ponderación, referente a recién nacidos frente a otros integrantes de la población potencialmente afectados, no representa el concepto de protección prioritaria de la descendencia, aunque sí respeta el criterio de VSD. Este procedimiento parece razonable, con la consideración de la radiación natural como punto de partida, ya que al utilizar cuotas espontáneas como punto de partida se plantea un escenario de "peor caso".

422 UNSCEAR 2001.

5.5.1.6 Conclusiones

En la normativa actual se usa la dosis efectiva para la protección contra radiación. Este parámetro no constituye una escala de daño adecuada porque el valor de la dosis límite considerado para la población por el Reglamento Federal para la Protección contra Radiación es muy elevado. Se recomienda una dosis máxima anual de 0,25 µSv como dosis efectiva y dosis de gónadas, para respetar la VSD para la población, limitando el riesgo a 10^{-6}, respectivamente.

5.5.2 Radiación no ionizante

Wilfried Kühling, Claudia Hornberg

5.5.2.1 Introducción

La exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (CEM[423]) se ha incrementado significativamente en años recientes por la tecnología moderna. Dichos campos magnéticos y eléctricos de baja frecuencia[424] se producen por señales de radio, comunicaciones celulares basadas en campos electromagnéticos de alta frecuencia, y también como consecuencia del uso de la electricidad y las transmisiones eléctricas.

La legislación correspondiente a los campos electromagnéticos es la versión 26 del Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones[425]. Esta nueva versión considera la modernización de las líneas de transmisión de alta y máxima tensión con una norma para la protección y la prevención de efectos adversos para la salud debidos a la radiación no ionizante[426].

En el futuro, se prohibirá el tendido de cables de alta tensión por encima de edificios habitacionales para la construcción de nuevas líneas de transmisión. Además, el decreto establece la obligación de minimizar campos eléctricos y magnéticos como consecuencia de la ampliación de las redes eléctricas. Respecto a equipos de alta frecuencia, el decreto considera equipos emisores de ondas radiales operados por las autoridades y los operadores privados[427].

Para evitar retrasos debidos al reglamento anterior, esta norma apunta a la rápida aplicación de la nueva legislación e impone exigencias para la construcción de instalaciones de baja frecuencia y la prohibición de tender líneas de transmisión eléctrica por encima de entornos habitacionales. La intención es garantizar la protección eficaz contra los CEM, tomando en cuenta los avances científicos

423 Comprende la totalidad de campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (espectro electromagnético).

424 BMUB 2013.

425 Esta versión del reglamento, también conocida como Reglamento para los Campos Electromagnéticos, fue aprobada el 14 de agosto de 2013 (BGBl 2013, parte I, numeral 50, página 3266) y corregida el 5 de noviembre de 2013 (BGBl 2013, parte 1, numeral 66, página 3942).

426 BMUB 2013.

427 Ib.

y tecnológicos actuales en el marco legal[428]. La importancia de la radiación y de los campos no ionizantes para las EIA se sitúa principalmente en los siguientes planes y proyectos:

- Evaluación ambiental estratégica para planes urbanísticos y ordenamiento territorial. Para el Plan Federal de Demanda según artículo 12e de la Ley Federal de Suministro de Electricidad y Gas; para el Plan Federal Sectorial según artículos 4 y 5 de la Ley para la Aceleración de la Ampliación de Redes de Transmisión Eléctrica (NABEG) u otros proyectos y programas. Por ejemplo, decretos para redes de distribución por cable de señales de televisión, señales de sonido y servicios interactivos según artículo 53 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y otras normas afectadas al reordenar el uso de frecuencias de radiación electromagnética.
- Evaluaciones de impacto ambiental en instalaciones de telecomunicaciones o procedimiento de aprobación de proyectos públicos del recorrido en caso de ampliación o modernización de redes.

La evaluación de los efectos para la salud causados por radiación no ionizante es difícil porque faltan datos y conocimientos (o los existentes son incluso contradictorios en algunos casos). Este hecho trae consecuencias para las normas y para la protección legal obligatoria contra peligros que establece la versión 26 del Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones. Los valores límite para la inmisión, según el artículo 2 de dicha versión, se basan actualmente en datos y justificaciones fundamentados en evidencias y respetan el rigor científico de la relación causa-efecto[429]. Así se garantiza la protección contra el peligro, especialmente el peligro térmico potencial de los CEM de alta frecuencia y el peligro de los efectos irritantes de los CEM de baja frecuencia. Sin embargo, no se consideran todos los efectos posibles para el organismo a un nivel inferior a la reacción térmica o irritante. Recientemente, surgió un intenso debate jurídico en torno a esta problemática[430].

Para la EIA no es suficiente considerar y evaluar la protección ante peligros aplicando las disposiciones legales. Generalmente, se apunta hacia la interpretación y la aplicación de las normas considerando el principio de prevención eficaz para el medio ambiente y la salud[431]. Esta obligación se desprende también del principio de prevención que figura en la legislación para la protección contra inmisiones, que se debe aplicar en el proceso de las EIA. En dichas evaluaciones se consideran también los efectos de los CEM para la salud, aplicando el criterio de prevención ambiental eficaz en un contexto de protección preventiva de la salud (véase capítulo 3). La prevención ambiental considera, conforme lo establecido por el BVerwg, los posibles perjuicios, aunque no haya un peligro concreto sino solamente una potencial sospecha o preocupación[432].

428 Ib.

429 Se consideraron especialmente las normas de la Comisión Internacional para la Protección contra Radiación No Ionizante (ICNIRP). Al respecto puede consultarse ICNIRP 1998; ICNIRP 2010.

430 Budzinski 2013; Buchner & Schwab 2013.

431 UBA 2008, 35.

432 Fallo 7 C 65.82, del 19 de diciembre de 1985.

Esto significa, según esa misma fuente, que una definición legal de prevención no solamente demanda la consideración de peligros concretos, sino también exige precaución frente a una preocupación potencial[433]. Los presentes lineamentos serán de ayuda para la argumentación y la interpretación.

El término prevención se menciona explícitamente en el artículo 1, inciso 1, de la versión 26 del Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones (campo de aplicación), que trata de la prevención, y en el artículo 4 exclusivamente para instalaciones de baja frecuencia. Según los considerandos de esa versión del reglamento, el Poder Legislativo no plantea exigencias para la prevención y la protección frente a los efectos de la radiación no ionizante, con excepción de efectos térmicos. Por prevención, la versión 26 limita la potencia del campo eléctrico y la densidad del flujo magnético de instalaciones de baja frecuencia situadas en la cercanía de instalaciones sensibles. Se introduce también la exigencia de minimizar, dentro de las posibilidades tecnológicas, las instalaciones de corriente continua y se prohíbe el tendido de cables de las nuevas líneas de transmisión por encima de edificaciones habitacionales. No se plantean exigencias de prevención para equipos de alta frecuencia.

Por falta de disposiciones legales específicas, se está tratando aquí de concretar la prevención ambiental eficaz en torno a los CEM para poder evaluar el efecto sobre el bien a proteger, la salud humana, al elaborar evaluaciones ambientales. Se consideran escalas de evaluación tanto para frecuencias bajas como para frecuencias altas, según el nivel de la frecuencia.

El concepto de prevención para proteger la salud en casos de campos electromagnéticos tiene gran importancia porque no se cuenta con muchos datos de investigaciones en este campo de desarrollo reciente. Ese es el caso sobre todo de las comunicaciones por teléfonos celulares. En este ámbito, el desarrollo es incipiente y existen muy pocas evidencias y estudios epidemiológicos de larga duración. En tales casos, tanto la UE como Alemania, aplican el principio de prevención[434]. Dicho principio no se aplica solamente en el caso de la evaluación de riesgos esperados en el corto o el mediano plazo, sino también para la planificación en el largo plazo. De esta manera, se pueden generar medidas sin contar con pruebas científicas de la relación causal (falta de una relación cuantificable dosis-efecto). También puede tratarse de la evaluación cuantitativa de la probabilidad de efectos adversos de la exposición. La UVPG exige la prevención ambiental eficaz, que a su vez requiere de una evaluación de riesgos amplia y de gran confiabilidad. A continuación se trata brevemente esta problemática.

EL ALCANCE DE LA PREVENCIÓN PARA LA SALUD

Entre otros factores, la evaluación de los efectos para la salud depende, por un lado, del umbral de efectos de un riesgo definido y, por el otro, de la propia definición del efecto para la salud. No se pueden observar o medir los riesgos directamente sin recurrir a indicadores mensurables; por este motivo, los

433 Fallo 7C 3.86, del 9 de septiembre de 1998.

434 EU 2000, 9, 20 y siguiente.

indicadores de exposición (que son parámetros mensurables) no son idénticos al riesgo mismo.

Estos indicadores brindan parámetros concretos y observables para el riesgo subyacente. En los casos en que múltiples factores inciden sobre un determinado riesgo, los indicadores de exposición individuales solamente permiten una estimación parcial del riesgo para la salud. El encontrar explicaciones para efectos de salud no explicables por la ciencia o determinadas causas, y su relación con el agente nocivo en evaluación, representa un problema general en todas las estimaciones de riesgo. Al no considerar, o considerar de modo equivocado, determinados indicadores de exposición y/o efectos para la salud se invalida la confiabilidad del riesgo determinado y la posibilidad de comparar los resultados[435]. En la evaluación de efectos adversos se deben tomar en cuenta resultados actuales toxicológicos y epidemiológicos para lograr la evaluación adecuada, respetando el principio de prevención y protección de la salud. Además, las estimaciones correspondientes también realizan necesariamente una ponderación del bien común social al momento de evaluar riesgos y consecuencias tolerables[436].

Otra dificultad para el desarrollo de un valor de evaluación preciso reside en el hecho de que las relaciones dosis-efecto no siempre son lineales. Sin embargo, nuestro sistema legal y social se basa con frecuencia en el uso de valores sencillos y estándares cuantitativos con el fin de poder tomar decisiones legales verificables, que garanticen la seguridad jurídica. Esto se aplica también a la evaluación según el artículo 12 de la UVPG, al evaluar los múltiples efectos de los campos de alta y baja frecuencia, lo cual a menudo resulta difícil. Dado que la EIA considera efectos para la salud humana, debe establecer un nivel de protección y de prevención suficiente respecto de los posibles afectados por los efectos de inmisiones.

La Ley Federal para la Protección contra Inmisiones distingue en este sentido entre la protección contra peligros y la prevención de peligros (véase el capítulo 3). En el caso de la protección contra peligros, el efecto adverso es el punto inicial para considerar un efecto nocivo. Se debe aclarar en cada caso si la magnitud de las alteraciones relacionadas con la exposición merece la clasificación de clínicamente significativa o adversa. Se recomiendan medidas para evitar dichos efectos adversos[437].

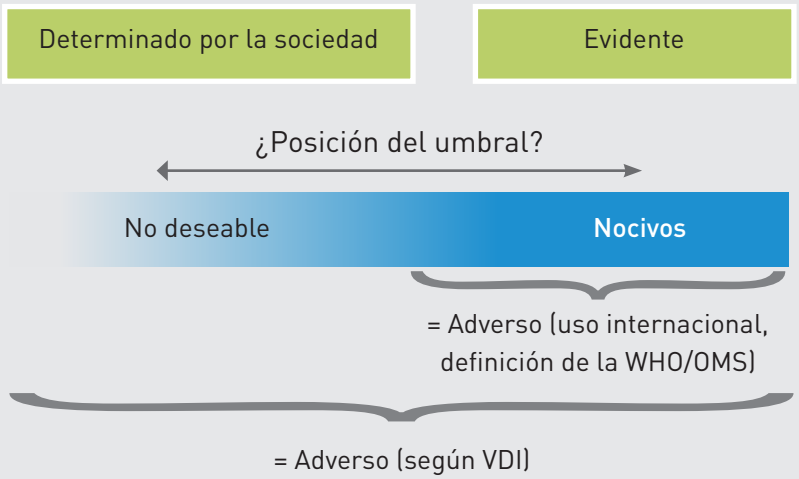
Hallar las pruebas es especialmente complicado en el caso de agentes nocivos con una larga duración de exposición sin toxicidad aguda, por ejemplo en los casos de efectos no térmicos de la radiación no ionizante. Para la escala de evaluación necesaria se puede recurrir a la definición del VDI para el término "adversidad", que brinda un mayor rango de criterios para la evaluación (ilustración 10)

435 Tischer & Poppek 2007.

436 Acerca de este problema se recomienda consultar Risikokommission 2003.

437 WHO/OMS 1994.

Ilustración 10. Modelo del Colegio de Ingenieros de Alemania para el concepto "efectos adversos"



Fuente: Ilustración propia según norma VDI 2308 Hoja 1 (VDI 2009-06) (VDI 2009a).

Para la prevención de peligros (y prevención ambiental eficaz de acuerdo con la UVPG) se pueden considerar los siguientes factores, según lo anteriormente expuesto para los CEM probables o sus posibles efectos: sospechas basadas en estudios o evidencias científicas, aunque la evidencia sea relativamente débil, por ejemplo, posiblemente cancerígeno para seres humanos (grupo 2b según WHO/OMS)[438]. De acuerdo con la definición del VDI del término adversidad, se pueden interpretar estos efectos para considerarlos incluso para la protección contra peligros. Con el fin de garantizar la prevención ambiental y evitar peligros para la salud, las EIA también deben tomar en cuenta los efectos cuando exista una sospecha fundada o se cuente con indicios científicos.

ALCANCE ESPACIAL

La radiación no ionizante está presente tanto en el entorno habitacional (teléfonos celulares, algunos aparatos eléctricos, etc.) como en espacios públicos exteriores. Considerando el bien a proteger ser humano y su salud en la EIA se establece la inmisión proveniente del exterior, que afecta edificaciones y viviendas (similar a contaminación del aire o ruidos). El enfoque se centra en los ambientes interiores destinados a la estadía de seres humanos, dado que —a diferencia de otra clase de inmisiones— no existen barreras de protección (paredes, etc.) para obstaculizar el paso de los CEM. La evaluación ambiental debe considerar esos efectos para la precaución eficaz, tanto ambiental como de salud, tomando en cuenta que la exposición a campos de alta frecuencia está presente permanentemente (las 24 horas del día) en el entorno habitacional. Además, a la fecha no existe una normativa legal suficiente acerca de ellos[439].

438 WHO/OMS 2007; IARC 2011.

439 Véanse el artículo 8, inciso 1, del Convenio Europeo de Derechos Humanos (EMRK) y Budzinski 2011.

5.5.2.2 Factores de influencia y mecanismos de acción

5.5.2.2.1 Bases y observaciones preliminares

Referente a la exposición, hay diferentes frecuencias a considerar en el tema de los CEM no ionizantes. Por otro lado, si se observan sus efectos, se aprecia la presencia de distintos síntomas y (potenciales) consecuencias adversas para la salud[440]. Dado que los resultados de los estudios acerca de los efectos de los CEM no ionizantes para la salud son ocasionalmente inconsistentes, la comunidad internacional de científicos demanda estudios adicionales[441].

Hay CEM de origen natural que forman parte de las bases naturales de la vida y del medio ambiente, dos factores protegidos constitucionalmente en Alemania (artículo 20a de la Constitución). La radiación de baja intensidad fomenta sistemas vivos, entre otros el sistema nervioso humano, donde el cerebro y la médula espinal procesan información y estimulan la actividad muscular. Además de las fuentes naturales, se agregaron con el tiempo campos artificiales, en especial en el transcurso de las dos últimas décadas[442].

Sobre todo en las áreas habitadas, se presentan extensos campos artificiales en forma permanente. En el segmento de alta frecuencia se ha registrado un incremento en el transcurso de pocos años[443]. Las fuerzas de los campos superan ocasionalmente la radiación electromagnética natural entre decenas de miles y millones de veces[444]. Las mediciones en lugares muy expuestos (por ejemplo, la zona oeste de la ciudad de Stuttgart) arrojan lecturas de entre 430 000 y 543 000 $\mu W/m^2$[445].

En relación con las potenciales fuentes de campos, se distinguen:

- Instalaciones con campos alternantes de baja frecuencia: líneas de transmisión eléctrica de corriente alterna en forma de cables exteriores a 50 hertz (Hz) y líneas eléctricas para trenes a 16,7 Hz.
- Instalaciones para la transmisión eléctrica de corriente continua.
- Instalaciones de emisoras de campos de alta frecuencia (por ejemplo, antenas para telefonía móvil).

Mientras que en el caso de las primeras dos fuentes la radiación se considera un efecto colateral no deseado, la última fuente emite la radiación intencionalmente, incluso hacia los entornos habitacionales de seres humanos.

---

440 Berg-Beckhoff & Schüz 2013.

441 Como el Comité Científico de Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados (SCENHIR) o la Red Europea para la Evaluación de Riesgos por Exposición a Campos Electromagnéticos (EHFRAN). Al respecto véanse SCENHIR 2009 y EHFRAN 2012.

442 Los CEM naturales existen en la naturaleza casi exclusivamente en forma de radiación de calor, luz o radiación ionizante, es decir, en el rango de muy altas frecuencias del espectro electromagnético. La principal fuente natural es el Sol.

443 Urbinello *et al.* 2013; LfU BY 2008.

444 Bornkessel *et al.* 2002.

445 Nießen 2011.

CAMPOS ALTERNANTES DE BAJA FRECUENCIA

Respecto de la corriente eléctrica, las principales fuentes de campos alternantes que afectan al entorno habitacional de seres humanos son líneas de transmisión eléctrica de alta tensión en el exterior, cables subterráneos de 110 a 380 kilovoltios (kV), transformadores y subestaciones. Acerca de los campos se distingue entre campos eléctricos y campos magnéticos:

- El campo eléctrico indica el estado del ambiente como consecuencia de la influencia de fuerzas físicas generadas por cargas eléctricas. El nivel de base al interior de las viviendas fluctúa generalmente entre 5 y 50 voltios por metro (V/m). En la actualidad, el enfoque no se suele centrar en los campos eléctricos porque las personas pasan la mayor parte de su tiempo en el interior de edificaciones, donde suele haber aislamiento suficiente.
- Cada conductor que lleva corriente eléctrica genera un campo magnético a su alrededor. Los campos magnéticos alternantes son capaces de penetrar cuerpos y —a diferencia de los campos eléctricos— no son fáciles de bloquear. Como indicador de evaluación se utiliza la densidad de flujo magnético a través de la unidad tesla (T). El valor de base presente en entornos habitacionales en zonas rurales fluctúa entre 0,02 y 0,2 microteslas (μT) y en zonas urbanas, entre 0,1 y 1 μT[446].

CAMPOS CONTINUOS

El campo eléctrico estático de origen natural depende de la época del año y del clima. Tiene una intensidad que fluctúa entre aproximadamente 130 y 270 V/m, pero durante una tormenta eléctrica la intensidad de un campo puede incrementarse significativamente.

En el marco del Plan Federal de Requerimientos de Redes, se construirán nuevas instalaciones de transmisión continua con los campos eléctricos y magnéticos continuos correspondientes. Las EIA tendrán que calcular los efectos de dichos campos para el ser humano. Ya comenzaron a operar algunas líneas de transmisión de aproximadamente 800 a 1600 kV, pero para los proyectos nuevos se prevén potencias todavía mayores[447].

A diferencia de las líneas de transmisión alterna, estas nuevas líneas de transmisión continua no alternan la polaridad en el conductor. La gran potencia del campo eléctrico genera microdescargas (efecto corona) permanentes que no se pueden neutralizar. En consecuencia, alrededor del conductor se forma en el espacio una nube más extensa de partículas cargadas, que a su vez genera aire ionizado y compuestos químicos como óxidos de nitrógeno y ozono. En el caso de las líneas de transmisión continua, a diferencia de las líneas de transmisión alterna, la potencia de los campos en el suelo es mayor y los campos eléctricos se pueden distribuir a un entorno más extenso, con ayuda del viento, en forma de una nube

446 Neitzke *et al.* 2010.

447 SSK 2013.

cargada[448]. En las líneas de transmisión continua la intensidad del campo eléctrico disminuye menos con la distancia lateral que en las líneas de transmisión alterna. Por ejemplo, en una línea de transmisión continua de 500 kV, a una distancia de 400 metros la intensidad del campo supera en aproximadamente 200 veces la de una línea de transmisión alterna[449]. En el transporte público ferroviario de cercanías, la intensidad de los campos se mantiene dentro del rango del nivel de base natural porque trabajan con voltajes menos elevados.

Los campos magnéticos continuos naturales (por ejemplo, el campo magnético de la tierra) varían con el tiempo y de acuerdo con el lugar de medición. En Alemania se registra un promedio de alrededor de 45 μT. Algunas especies utilizan el campo magnético continuo para su orientación. Los campos magnéticos continuos debajo de las líneas de transmisión continua varían por la influencia del nivel de corriente, el modo de operación (monopolar versus bipolar), el diseño de las torres, la configuración de los conductores y la distancia entre estos y el suelo. Se espera que los sistemas híbridos previstos en construcciones proyectadas para el futuro (que incorporarán tanto sistemas de corriente continua como alterna) emitan la máxima densidad de flujo magnético dentro del rango variable del campo magnético terrestre[450].

Las instalaciones subterráneas de conductores de líneas de transmisión continua producen solamente campos magnéticos continuos, no generan campos eléctricos en el exterior ni tampoco el efecto corona. Las potencias de estos campos continuos disminuyen en función de la distancia de los conductores con mayor rapidez que al aire libre. En la actualidad persisten muchas dudas acerca de la exposición. Por tal motivo, el presente documento no podrá aclarar completamente los posibles problemas de los campos continuos.

CAMPOS DE ALTA FRECUENCIA

Para las comunicaciones celulares y la transmisión de datos se utilizan mayormente antenas que emiten permanentes campos de alta frecuencia. También existen equipos de radar (control del tráfico aéreo y marítimo, observaciones climáticas, fuerzas armadas, control del tránsito), comunicaciones radiales de aficionados, autoridades, comunicaciones empresariales y emisoras de radio y televisión. En hoteles, estaciones de ferrocarril y otros lugares públicos se instalan transmisores WLAN para el público en general.

La radiación electromagnética se caracteriza por la longitud de la onda, o la frecuencia, medida en oscilaciones por segundo. Estas ondas se originan en una fuente (generador de alta frecuencia), pasan por conductores o antenas, para distribuirse luego a la velocidad de la luz por el ambiente. La potencia de la radiación baja en función de la distancia. Las ondas cortas y ultracortas moduladas se utilizan en las comunicaciones radiales, las microondas se emplean en las comunicaciones celulares. La intensidad de un campo electromagnético de alta frecuencia

448 Ib.

449 Leitgeb 2000.

450 SSK 2013.

se caracteriza por la intensidad de la fracción del campo eléctrico (en V/m) y por la densidad de potencia (en W/m^2) o, en caso de bajas densidades, en $\mu W/m^2$. Existe una relación determinada entre la intensidad del campo y la densidad de la potencia. Para indicar los efectos en el organismo se hace referencia a la tasa de absorción específica. Este valor indica la energía del campo de alta frecuencia absorbida por el cuerpo por kilogramo de peso en un tiempo determinado, que se transforma principalmente en calor. Por lo mismo, dicho indicador no da mayores pautas acerca de los efectos para la salud, aparte de los efectos netamente térmicos.

5.5.2.2.2 Impactos sobre la salud de campos magnéticos alternantes de baja frecuencia

En caso de bajas frecuencias y en el segmento inferior de la alta frecuencia (0-30 kHz), la potencia de la intensidad de campo puede inducir fuertes corrientes en el cuerpo, al respecto existe mucha información sobre sus efectos en el organismo. Como medida de protección contra peligros, la versión 26 del Reglamento para la Protección contra Inmisiones estipula el valor límite en 100 µT como protección contra efectos agudos para la salud.

Sin embargo, al respetar el principio de prevención, se deben considerar también las posibles interrelaciones en caso de dosis por debajo del nivel del umbral de peligro. La versión 26 del Reglamento para la Protección contra Inmisiones exige también el principio de minimización con ayuda de los avances tecnológicos y la prohibición del tendido de líneas de transmisión por encima de edificaciones residenciales. En la práctica, para facilitar la elaboración de las EIA se recomienda respetar distancias de seguridad (por ejemplo, respecto de entornos habitacionales) con dichas instalaciones; estas distancias se determinan de acuerdo con la densidad del flujo magnético para concretar el principio de prevención ambiental eficaz[451].

Según numerosos estudios e investigaciones, son dos los conceptos básicos a tomar en cuenta para comprobar la suposición de peligro o la preocupación en el sentido del principio de prevención:

- Existen diferentes metaanálisis, basados en datos originales[452] y revisiones[453], con resultados concretos que confirman la posible relación entre campos magnéticos y leucemia infantil[454]. Cuando las cargas del campo magnético debajo de las líneas de transmisión de alta tensión alcanzan un valor de 0,3 a 0,4 µT se detecta una relación con la incidencia de determinada forma de leucemia: la leucemia linfática aguda (ALL) en niños[455]. Luukkonen *et al* [456] realizaron un experimento en cultivos de células para demostrar el efecto de un campo magnético de 50 Hz en el balance de oxidación y antioxidación

451 Kühling 2011.

452 Ahlbom *et al.* 2000; Kheifets *et al.* 2010.

453 Schüz 2011; Schüz & Ahlbom 2008.

454 Berg-Beckhoff & Schüz 2013.

455 Geschwentner & Pölzl 2011, 6.

456 Luukkonen *et al.* 2014.

de las células investigadas. Detectaron, además, inestabilidad genética en la siguiente generación de células.

- Existen varias dudas respecto al diseño del experimento en relación con una posible influencia sobre los resultados[457]. Sin embargo, aun así el concepto de prevención ambiental eficaz se puede considerar un indicador válido. También se toma en cuenta que la Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer (IARC), de la WHO/OMS, clasifica los campos magnéticos alternantes de baja frecuencia como posiblemente cancerígenos (grupo 2B)[458]. El SCENIHR de la Comisión Europea ha mantenido esta clasificación desde entonces[459]. En Suiza, la Oficina Federal del Ambiente (BAFU[460]) ya ha introducido un valor límite de 1 µT (medición en plena operación a toda capacidad) para las instalaciones, con el fin de reducir los campos magnéticos en el entorno de líneas de transmisión de alta tensión y subestaciones. Este valor es vinculante para lugares con usos sensibles[461]. También se señalan diferentes situaciones que exigen la reducción preventiva de la exposición a campos magnéticos de baja frecuencia.
- Se supone que aumenta el riesgo de enfermedades degenerativas del sistema nervioso (por ejemplo, enfermedad de Alzheimer o esclerosis lateral amiotrófica [ELA]) y otras enfermedades degenerativas y de demencias como consecuencia de exposiciones a campos magnéticos de baja frecuencia en el entorno laboral[462]. La evaluación de estadísticas de estudios epidemiológicos ha demostrado riesgos significativamente elevados de contraer ELA en personas expuestas a niveles superiores a 0,2 µT en su entorno laboral. Similar situación, pero menos grave, se observó en el caso de la enfermedad de Alzheimer para la relación entre entorno habitacional y presencia de líneas de alta tensión[463]. En general, las particularidades del caso concreto y la exposición influyen en el desarrollo de enfermedades degenerativas.

Los campos magnéticos de baja frecuencia inducen cambios genéticos en cultivos de células, aumentan el nivel de la proteína del estrés de las células y afectan determinadas funciones celulares, como lo han establecido estudios de la Fundación Nacional Suiza para la Ciencia (SNF) o de académicos independientes[464]. Sin embargo, queda pendiente la comprobación de dichos experimentos tipo in vitro / in vivo y la posible aplicación de sus resultados al organismo humano.

Neitzke *et al*[465]. ofrecen un resumen de los resultados de diferentes investigaciones científicas acerca de los potenciales efectos para la salud y las consecuencias

457 Berg-Beckhoff & Schüz 2013; Schüz 2007.

458 WHO/OMS 2001.

459 SCENIHR 2009.

460 Antes conocida como Agencia Federal para el Medio Ambiente, Bosques y Paisaje (BUWAL). [Nota del Editor].

461 BAFU 2009.

462 Kheifets *et al.* 2009 .

463 Huss *et al.* 2009.

464 SNF 2011, 8; Mihai *et al*. 2014.

465 Neitzke *et al.* 2006.

biológicas en general de los campos magnéticos de baja frecuencia. Ellos clasifican los distintos estudios de acuerdo con su validez y concluyen que existen indicios de determinados efectos, incluso en casos de densidad de flujo magnético muy por debajo de 1 µT.

5.5.2.2.3 Impactos sobre la salud de campos magnéticos constantes

CAMPOS ELÉCTRICOS CONTINUOS

En el caso de los efectos de campos eléctricos continuos se distinguen diferentes umbrales: percepción, molestia y dolor; sin embargo, no se cuenta con información suficiente acerca de sus efectos biológicos que permitan definir un valor del umbral adverso para la salud.

Se observan algunos efectos indirectos, como percepción y molestia, como consecuencia de intensidades de campo en las cercanías de las líneas de transmisión alterna. Es muy probable que se presenten también en las cercanías de las líneas de transmisión continua. Por eso, la SSK recomienda la limitación de campos eléctricos continuos para evitar efectos significativos para la salud o molestias[466]. Mientras no existan resultados claros acerca del peligro causado por campos eléctricos continuos se debe garantizar la prevención ambiental eficaz aplicando los siguientes principios:

- El artículo 4 de la versión 26 del Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones exige la minimización de todo tipo de campo eléctrico, magnético y electromagnético emitido por las instalaciones correspondientes, aplicando las respectivas medidas tecnológicas y considerando la situación en el entorno.
- Asimismo, ordena respetar preventivamente las mismas recomendaciones vigentes para las líneas de transmisión alterna para distancias de seguridad también en el caso de las líneas de transmisión de corriente continua de alta tensión, dado que hasta la fecha no se pueden excluir posibles frecuencias bajas.

CAMPOS MAGNÉTICOS CONTINUOS

Al exponerse a fuertes campos magnéticos continuos se activa un mecanismo de impactos que afecta el balance de reacciones químicas y biológicas del organismo. No se cuenta con evidencias claras sobre sus efectos biológicos, sobre todo de los campos magnéticos continuos débiles, porque las investigaciones basadas en seres humanos no son suficientes[467]. Posiblemente, la presencia de campos magnéticos continuos en el entorno de líneas de transmisión continua estaría dentro de la variación del campo magnético terrestre. No se esperan efectos indirectos relevantes para portadores de marcapasos por la baja potencia de los campos magnéticos continuos debajo de las líneas de transmisión continua en el exterior.

466 SSK 2013.

467 Ib.

OZONO Y ÓXIDOS DE NITRÓGENO

Cuando la intensidad del campo eléctrico es muy alta, el aire ionizado genera ozono y óxidos de nitrógeno. Los valores del ozono producido debajo de la línea de transmisión en el exterior llegan a nivel experimental a 20 µg/m^3 a ras del suelo. La contaminación adicional en el entorno de las líneas de transmisión continua a nivel del suelo se calcula a partir de la producción de contaminantes por distancia recorrida[468]. A una distancia de pocos cientos de metros, las inmisiones llegan a niveles similares al valor de base, su dispersión depende de las condiciones meteorológicas. En el caso del transporte de contaminantes a lo largo de la línea de transmisión, la concentración aumenta porque afecta solo a una franja angosta. El incremento de la concentración de óxidos de nitrógeno es insignificante porque es 10 veces menor que el ozono en el punto de origen[469]. De acuerdo con la BfS, no se espera un peligro para la salud por líneas de transmisión de corriente continua de alta tensión a través de la contaminación adicional de ozono y óxidos de nitrógeno cerca del suelo. Sin embargo, recién la medición de datos reales en el lugar y el análisis respectivo confirmarán fehacientemente la contaminación de base y la adicional para garantizar la prevención ambiental eficaz (véase también el capítulo 4.4.3 al respecto).

5.5.2.2.4 Impactos sobre la salud de campos de alta frecuencia

En la actualidad, la legislación ya reconoce y regula los efectos térmicos directos de la radiación no ionizante y sus peligros para la salud. Para evitar tales efectos, existen valores límite vinculantes para la intensidad del campo en la versión 26 del Reglamento para la Protección contra Inmisiones, dependiendo de la frecuencia correspondiente[470]. Estos valores se refieren mayormente a las normas de la ICNIRP[471].

Sin embargo, no se deben olvidar los efectos no térmicos. El artículo 2 de la directiva 2013/35/UE del Parlamento y Consejo Europeo, del 26 de junio de 2013, sobre las disposiciones mínimas de salud y seguridad relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (CEM), considera los efectos no térmicos como "efectos biofísicos directos" que posiblemente tengan consecuencias adversas para la salud. En las EIA, para respetar el principio de prevención ambiental eficaz se deben tomar en cuenta dichos efectos que hasta la fecha no se consideran en las normas legales.

- Tomando en cuenta la prevención ambiental, es una opción viable considerar los CEM de alta frecuencia como posiblemente cancerígenos (grupo 2B)[472]. En Suecia, se evaluaron periodos de exposición de 20 años para demostrar

468 BfS 2013b, anexo B.

469 BfS 2013b.

470 Existe un resumen muy completo acerca de los conocimientos actuales sobre efectos de los CEM para la salud (SCENIHR 2009).

471 ICNIRP 1998.

472 Baan *et al.* 2011; IARC 2011.

la relación entre el uso de teléfonos celulares y tumores cerebrales malignos[473]. No se ha podido comprobar fehacientemente este riesgo por periodos de 10 años; sin embargo, se requiere de observaciones de largo plazo[474]. La directiva 2013/35/UE propone posibles efectos de largo plazo. La BfS se refirió al Programa Alemán de Investigaciones de Comunicaciones Móviles para concluir que no era aún posible determinar los efectos en un plazo superior a los 10 años[475]. Debido a tales dudas, los expertos internacionales del Grupo de Trabajo Bioiniciativa[476] solicitaron preventivamente un catálogo de medidas de protección contra CEM. El Programa Suizo de Investigaciones de Comunicaciones Móviles, llevado a cabo durante cuatro años, detectó en ensayos de laboratorio que la radiación no ionizante tenía un efecto en los procesos biológicos de los fibroblastos humanos[477]. Se debe evaluar la aplicabilidad de dichos experimentos in vitro / in vivo para el organismo humano.

- El Programa Alemán de Investigaciones de Comunicaciones Móviles ha comprobado que los organismos infantiles y adolescentes aparentemente son más sensibles a la radiación de alta frecuencia[478]. Aplicando el principio de prevención, se requiere prestar especial atención al grupo vulnerable (niños)[479]. Francia, por ejemplo, ya aprobó en 2010 una ley con medidas para la protección especial de niños contra la radiación no ionizante. La protección especial de niños expuestos a radiación no ionizante al comienzo de su vida es también un objetivo del Parlamento Europeo[480] y del Consejo Europeo[481].
- Hace mucho tiempo se vienen observando e investigando los múltiples efectos objetivos y subjetivos de bajas dosis de radiación de alta frecuencia. De esta manera, la afectación subjetiva por CEM se ha podido relacionar en lugares y horarios específicos con diversas distorsiones del sueño y el bienestar[482]. El Colegio Médico de Austria (ÖÄK) publicó un documento para diagnóstico y terapia en caso de enfermedades y molestias relacionadas con CEM[483].

Resumiendo, no se puede determinar un mecanismo de actuación causal evidente que sea responsable de efectos y perjuicios, a pesar de algunos intentos para explicar tal mecanismo[484]. Por otro lado, aplicando el principio de prevención, los efectos mencionados justifican medidas para la protección preventiva de la salud[485].

473 Hardell *et al.* 2013.

474 Repacholi *et al.* 2012.

475 BfS 2013a.

476 Bioinitiative 2007.

477 FNS 2011, 40.

478 BfS 2013a.

479 UBA *et al.* 2013; European Commission 2009.

480 Europäisches Parlament 2009.

481 Europarat 2011.

482 Por ejemplo, Neitzke *et al.* 2006.

483 ÖÄK 2012.

484 Desai *et al.* 2009.

485 Budzinski 2013.

Según la opinión de las autoridades competentes de Suiza y Alemania: "[...] se debe minimizar preventivamente la exposición de usuarios y de la población en general durante la operación y el desarrollo de las tecnologías para la comunicación inalámbrica". Se debe garantizar que los ciudadanos se expongan a la mínima intensidad posible de CEM[486].

Debido a la falta de informaciones claras acerca de efectos en sistemas biológicos, se requiere de investigación para garantizar la seguridad de la protección y la prevención a un nivel operativo en el largo plazo.

5.5.2.3 Indicadores para la descripción de los campos electromagnéticos, fuentes de datos, técnicas de pronóstico

CAMPOS ALTERNANTES DE BAJA FRECUENCIA (INDICADOR. DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO EN MT O DISTANCIA A ENTORNOS HABITACIONALES)

Una línea de transmisión consta de conductores de varias fases. Generalmente se transmite corriente trifásica por tres fases, lo que resulta en el traslape de los campos. En el entorno de una línea de transmisión de alta tensión en exteriores existen varios factores relevantes para la potencia y la forma de los campos eléctricos y magnéticos. A una altura de un metro del suelo debajo de una línea de 380 kV, el campo magnético muestra una potencia de 4 µT como mínimo. Los operadores de las líneas de transmisión cuentan con la información exacta sobre sus respectivas instalaciones. A modo de ejemplo, se recomiendan los valores de medición representativos de la Agencia Estadual para el Medio Ambiente, Mediciones y Protección de la Naturaleza de Baden-Wurtemberg (LUWB) acerca de líneas de transmisión de alta tensión[487].

A diferencia del campo eléctrico, la potencia del campo magnético fluctúa a lo largo del día por la variación del consumo de energía eléctrica; la corriente eléctrica puede eventualmente triplicarse durante el día. Para una determinación exacta de la carga posible se deben considerar los siguientes factores:

- Potencia máxima posible de los campos alternantes eléctricos y magnéticos a una distancia de X metros del eje de la línea de transmisión.
- Variación de campos alternantes eléctricos y magnéticos durante el día.
- Corriente máxima autorizada para la línea.
- Medidas técnicas previstas para minimizar los efectos de campos magnéticos alternantes[488].

486 BfS 2013b.

487 Disponible en <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/6514>.

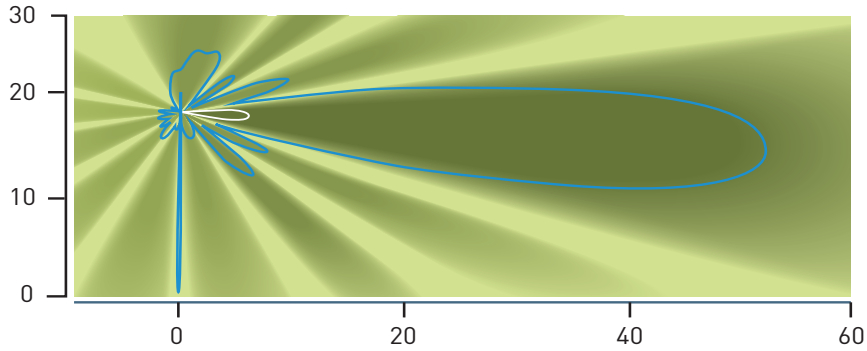
488 La adecuada colocación de las fases puede reducir significativamente la densidad del flujo magnético.

CAMPOS DE ALTA FRECUENCIA (INDICADOR. DENSIDAD DE POTENCIA EN W/M²)

En primer lugar, se aplica el principio según el cual la intensidad de la inmisión baja con el cuadrado de la distancia desde su fuente. Además, la intensidad depende de las características de la antena, es decir, de la forma de distribución hacia el espacio circundante (Bornkessel *et al*. 2002). En la actualidad, las comunicaciones móviles utilizan antenas de alto rendimiento para cubrir grandes espacios, que emiten radiación en forma vertical como una lengüeta ancha ligeramente dirigida hacia abajo. Es también la zona que concentra una mayor intensidad de campo. Debido a la construcción de las antenas, se producen también haces de radiación en ángulos dirigidos hacia arriba y abajo[489].

La intensidad del campo varía notablemente dependiendo de la altura en relación con la antena. No se registra un decrecimiento constante de la intensidad a mayor distancia de la antena y también se produce radiación debajo de la antena; por eso, para determinar la exposición correspondiente se requiere conocer tanto la distancia de la antena como su altura.

Ilustración 11. Principio de radiación en el entorno de una antena de telecomunicación móvil



Al instalar múltiples antenas en un solo lugar, la radiación rebota en los edificios, lo que resulta en diferentes intensidades y formas del campo. Esto dificulta la estimación general de la posible exposición en un lugar determinado. En estos casos se requieren mediciones para obtener datos precisos. Los operadores de las instalaciones respectivas son los responsables de proveer estos datos.

Por otro lado, existen datos disponibles para el público interesado en la base de datos de la agencia federal encargada de redes[490]. Esta autoridad registra todos los equipos de alta frecuencia que requieren autorización para su instalación. A solicitud del interesado, la autoridad debe proveer la siguiente información:

- Distancias de seguridad horizontal y vertical.

489 BUWAL 2005, 42, ilustración 11.

490 Agencia de la Red Federal de Electricidad, Gas, Telecomunicaciones, Correos y Ferrocarriles (Bundesnetzagentur o BNetzA).

- Ángulos de apertura horizontal y vertical de las antenas y su haz principal de radiación (indicando eventualmente la contaminación adicional por otros equipos de comunicación).
- Pronóstico de la densidad de potencia en puntos críticos del entorno (por ejemplo, entorno habitacional más cercano o instalaciones sensibles).

En caso de instalar más de una emisora, las indicaciones anteriores se evalúan para cada unidad individual y, además, para el conjunto de la instalación.

A falta de normas uniformes para la medición y el registro de la intensidad del campo y la densidad de la potencia en el área afectada, no se pueden comparar los resultados de programas de medición realizados en diferentes países o por distintas instituciones. Por ejemplo, los valores de densidad de la potencia en las cercanías de antenas para comunicaciones móviles varían entre 1000 $\mu W/m^2$ y 20 000 $\mu W/m^2$ en promedio, con valores extremos muy superiores.

5.5.2.4 Parámetros de evaluación para campos magnéticos alternantes de baja frecuencia

Un indicador importante a tomar en cuenta para la prevención ambiental eficaz frente a campos de baja frecuencia es el de la corriente doméstica con una densidad de flujo magnético del campo alternante de 50 Hz. El término "efecto adverso" (ilustración 10) se refiere a una amplia gama de clasificaciones para determinar el umbral de efectividad, que constituye la base del principio de la prevención ambiental eficaz. Considerando las definiciones legales de este concepto (potencial de preocupación), se puede evaluar el impacto ambiental de los campos magnéticos alternantes en el entorno de líneas de transmisión eléctrica de alta tensión. En el caso de líneas de transmisión eléctrica para ferrocarril la evaluación considera la frecuencia.

Kühling y Müller[491] y Kühling[492] usaron esta base para desarrollar un estándar de prevención ambiental eficaz que proteja la salud contra efectos y riesgos, fijando el valor límite para la contaminación adicional por campos magnéticos alternantes en 0,01 µT. Se basaron en que el factor de seguridad aplicado de 20 era demasiado bajo en relación con el umbral de efectividad de 0,2 µT. En la actualidad se considera que no es posible indicar un valor para el umbral efectivo en relación con efectos cancerígenos. Para la protección de grupos sensibles de la población (niños, enfermos, embarazadas, adultos mayores) se requiere de un factor de seguridad. Por ejemplo, en el caso de una línea de transmisión eléctrica de 380 kV se aplica este estándar para determinar la distancia mínima equivalente a 600 m entre el eje de la línea de transmisión eléctrica y los entornos habitacionales cercanos. Esta distancia respeta la prevención ambiental eficaz.

Se discute también el hecho de que el nivel de base de edificaciones o viviendas por lo general supera el valor de 0,01 µT por las instalaciones eléctricas existentes y los aparatos eléctricos, entre otros, y en consecuencia posiblemente causaría efectos

491 Kühling & Müller 2002.

492 Kühling 2011.

biológicos y orgánicos. Sin embargo, la distancia calculada cumple con las exigencias de la versión 26 del Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones de minimizar y disminuir la exposición magnética. En caso de la instalación subterránea de cableados de 110 a 380 kV se recomienda una distancia mínima de entre 30 y 150 m para garantizar una densidad de flujo magnético por debajo de 0,01 µT. La tabla 21 presenta las escalas de evaluación de campos magnéticos alternantes.

Tabla 21. Alemania y Suiza: estándares seleccionados y distancias resultantes para la protección ante campos magnéticos de suministro y uso de energía eléctrica

Fuente	Densidad de flujo magnético	Distancia del eje de la línea de transmisión	Aplicación y obligatoriedad
Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones (versión 26)	100 µT		Valor límite (inmisión total para instalaciones existentes de 50 Hz), válido para lugares usados permanentemente por seres humanos (se permite exceder el valor hasta en 100 % durante el 5 % del tiempo y en hasta 100 % en áreas limitadas en las afueras de edificaciones).
Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones (versión 26)	100 µT		Valor límite (inmisión total para instalaciones nuevas de 50 Hz), válido para lugares destinados permanentemente al uso por seres humanos.
Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones (versión 26)	100 µT		Prevención en caso de modificaciones significativas de instalaciones de baja frecuencia en la cercanía de usos sensibles (por ejemplo, uso habitacional, colegios, guarderías para menores): no se permite exceder el valor.
Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones (versión 26)	300 µT		Valor límite (instalaciones eléctricas ferroviarias 16,7 Hz).
LAI 2012*	0,1 µT	(470 m)****	Prevención de acuerdo con el nivel de base de origen artificial.
Decreto relacionado con la distancia promulgado por el Estado Federado de NRW** (en algunos estados federados se aplican valores diferentes)	(10 µT)**** (8 µT)**** (3 µT)****	40 m 20 m 10 m 5 m	50,0 Hz, 380 kV 50,0 Hz, 220 kV 50,0 Hz, 110 kV 16,7 Hz, 110 kV

Fuente	Densidad de flujo magnético	Distancia del eje de la línea de transmisión	Aplicación y obligatoriedad
Ley para la Ampliación de la Red Eléctrica (EnLAG)***	(0,5 µT)**** (0,2 µT)****	400 m 200 m	Según el Programa de Actuación Urbanística, en caso de distancias menores hacia entornos habitacionales se debe instalar cableado subterráneo. En caso de distancias menores hacia entornos habitacionales en el exterior se debe instalar cableado subterráneo.
Objetivo de planificación según plan de desarrollo del Estado Federado de NRW (borrador de 2013)	(0,15 µT)**** (0,20 µT)****	400 m 200 m	Distancia a edificaciones habitacionales y otros edificios de similar sensibilidad (válida para Programa de Actuación Urbanística o áreas del perímetro edificado no planificadas) en construcciones de nuevas líneas de transmisión a partir de 220 kV. Distancia a edificaciones habitacionales (válida para áreas exteriores, Ley de Edificaciones, artículo 35) en construcciones de nuevas líneas de transmisión a partir de 220 kV.
Suiza*****	1 µT		Valor límite para instalaciones de transmisión (al aire libre y en cableados), cables eléctricos ferroviarios (ferrocarril a corriente alterna) y subestaciones. Se aplica el principio de prevención tomando en cuenta efectos de largo plazo y efectos biológicos de dosis inferiores a los valores límite para la inmisión.
Ciudad de Bremen	0,3 µT	(180 m)****	Recomendación para la planificación.

* TOP 23 de la Conferencia 78 de los Ministros del Medio Ambiente Federal y Estadual (78.Umweltministerkonferenz 2012).

** Las distancias indicadas deben permitir condiciones saludables en el entorno habitacional y laboral según el artículo 1, párrafo 5, inciso 1, de la Ley de Edificaciones. La determinación de las distancias se basa en las recomendaciones del 16 y 17 de febrero de 1995 de la SSK respecto de la protección frente a campos magnéticos y eléctricos de baja frecuencia procedentes de la transmisión o de la utilización de energía. Se toma en cuenta el carácter discrecional del valor de 10 µT para la densidad del flujo magnético, aplicando el principio de prevención y considerando también las aclaraciones del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Construcción y Seguridad Nuclear (BMUB) referentes al artículo 4 de la directriz sobre campos electromagnéticos (Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones, versión 26).

*** Aprobada el 21 de agosto de 2009 (BGBl I, página 2870) y modificada mediante el artículo 5 de la ley del 7 de marzo de 2011 (BGBl.I, página 338).

**** Los valores entre paréntesis para la densidad del flujo magnético y las distancias son referenciales y se basan en modelos y estimaciones (se asumen condiciones no favorables y la instalación de 380 kV, siempre y cuando no se indique otra tensión nominal).

***** Reglamento de Protección contra Radiación No Ionizante (NISV) del 23 de diciembre de 1999, SR 814.710; y Decreto sobre la Protección contra la Radiación no Ionizante (BUWAL 1999).

5.5.2.5 Parámetros de evaluación para campos de alta frecuencia

Los CEM de alta frecuencia artificiales generados por el ser humano de efecto térmico conocido, posiblemente también impliquen otros efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente. Este hecho se establece en el artículo 4, párrafo 5, de la directiva 2013/35/UE. Los conocimientos obtenidos por el Programa Alemán de Investigaciones de Comunicaciones Móviles aún no dan cuenta de resultados de largo plazo y aplicables a la protección de niños[493]. La calificación de estos campos de alta frecuencia como posiblemente cancerígenos por la WHO/OMS demanda una evaluación adecuada y objetiva al realizar la EIA[494]. Múltiples molestias (a veces de carácter subjetivo) de ciudadanos que experimentan efectos adversos para su salud indican la existencia de una preocupación potencial a tomar en cuenta. En general, existen indicios y estudios científicos cuyas conclusiones son en parte contradictorias, pero aun así apuntan a la necesaria aplicación concreta de la prevención ambiental eficaz.

Considerando que, de acuerdo con el capítulo 3, la protección del medio ambiente es el punto de partida de cualquier EIA, se recomienda no superar el rango de intensidad del campo presente de origen natural, dado que los conocimientos actuales aún no se basan en información confiable y objetiva. Este enfoque se justifica, por un lado, en la exigencia constitucional de proteger las condiciones naturales para la vida y, por el otro, de un "alto nivel de protección ambiental" demandado por las disposiciones legales europeas y alemanas. De igual forma, la Oficina Federal de Protección Radiológica exige garantizar preventivamente la intensidad mínima posible de CEM de alta frecuencia[495]. El concepto adecuado para mantener la intensidad del campo lo más baja posible sería el principio de garantizar valores "lo más bajos posible aplicando medidas razonables"[496]. Considerando también que el incremento de las intensidades de campos procedentes de diferentes fuentes de radiación de alta frecuencia es permanente en varios sectores, dicha exigencia general de minimización es una importante medida preventiva para la salud.

Determinar valores concretos para la intensidad de los campos y desarrollar una escala de evaluación exigen la definición de procedimientos de medición y evaluación tomando en cuenta a grupos vulnerables de personas. Debido a sus diferentes efectos biológicos, es preciso distinguir entre inmisiones constantes y permanentes e inmisiones temporales (pulsación). También, para poder comparar sus efectos, se deben definir valores máximos, valores de corta duración y valores promedio. En el futuro, se deben desarrollar indicaciones para niveles críticos en la forma de la señal y el rango de frecuencia.

493 BfS 2013a.

494 IARC 2011.

495 BfS 2013b.

496 ALARA: "As low as reasonably achievable".

El rango para el valor de inmisión que se ajusta al principio de prevención ambiental eficaz es de 100 μW/m² (0,2 V/m). Este valor es el que recomienda también la Comisión Europea para limitar la exposición de largo plazo[497].

5.5.3 Inmisiones acústicas

Wilfried Kühling

5.5.3.1 Factores de influencia y mecanismos de acción

Se distingue entre las características físicas mensurables del sonido o los ruidos, por un lado, y las percepciones acústicas específicas (en forma de molestias o interferencia) de los afectados, por el otro. Dos sonidos pueden tener características físicas muy similares (por ejemplo, potencia acústica) y causar efectos muy diferentes a nivel subjetivo, según sean sonidos deseables o no. Asimismo, puede existir una gran diferencia entre sonidos familiares (generalmente deseables) de fuentes naturales (por ejemplo, hojas en el viento, riachuelo en la montaña) y sonidos de fuentes artificiales. Se llama también "ruido" a estos sonidos no deseables.

Los efectos adversos o los daños por sonidos fuertes afectan en primera instancia la audición, incluso en forma permanente por exposición corta a sonidos muy fuertes o por exposición prolongada. Aun el efecto de un nivel de sonido considerado como "entretenido" puede producir pérdida de audición o un zumbido permanente en el oído (tinnitus). Los sonidos o los ruidos también afectan a todo el organismo al generar estrés corporal, incluso antes de llegar a niveles dañinos para la audición. Ese puede ser el caso del ruido del tráfico urbano.

El sistema nervioso autónomo y el sistema hormonal influyen en valores corporales como la presión sanguínea, la frecuencia cardiaca y otros parámetros del sistema circulatorio. El cuerpo emite hormonas de estrés que afectan los procesos metabólicos internos. El sistema circulatorio y el sistema para el control metabólico los controla mayormente de manera inconsciente el sistema nervioso autónomo. Por este motivo, estas reacciones autónomas afectan también a las personas durante el sueño, aunque estas piensen que se han acostumbrado al ruido. Entre las posibles consecuencias en el largo plazo de inmisiones acústicas crónicas se cuentan la disminución de la audición y la variación de otros factores biológicos de riesgo (por ejemplo, sangre, grasas, azúcares, coagulación; enfermedades del sistema cardiaco y circulatorio, hipertensión arterial, aterosclerosis y enfermedades cardiacas, incluyendo infarto)[498]. Además, la exposición crónica y las perturbaciones del sueño por causa de ruidos afectan profundamente los niveles de bienestar y rendimiento de los grupos poblacionales perjudicados y, por lo tanto, constituyen un efecto adverso para la salud[499].

Por varias razones, el sistema de control legal actual para sonidos en el exterior (por ejemplo, tráfico vehicular, por rieles o aéreo) es insuficiente para garantizar

497 Europäisches Parlament 2001, 2.

498 Babisch 2011, Bonacker *et al.* 2008.

499 Claßen 2013.

la debida prevención y la protección eficaz contra ruidos y, sobre todo, la protección del descanso. El primer problema es la inexistencia de un derecho legal a la protección contra ruidos en las vías de tránsito ya existentes, a pesar de que puedan afectar la salud humana. En segundo lugar, no se toman medidas eficaces en las fuentes de emisión de ruidos. Tercero, la legislación vigente permite la contaminación acústica de lugares y horarios actualmente tranquilos, hasta completar los valores límite o recomendados. Cuarto, los valores límite vigentes no protegen debidamente contra daños, debido a que no se basan lo suficiente en los resultados de las investigaciones recientes sino que reflejan manipulaciones políticas. Por eso es necesario que los estudios y las evaluaciones de los efectos del ruido se adecuen a las exigencias de la UVPG en el sentido del principio de prevención ambiental eficaz.

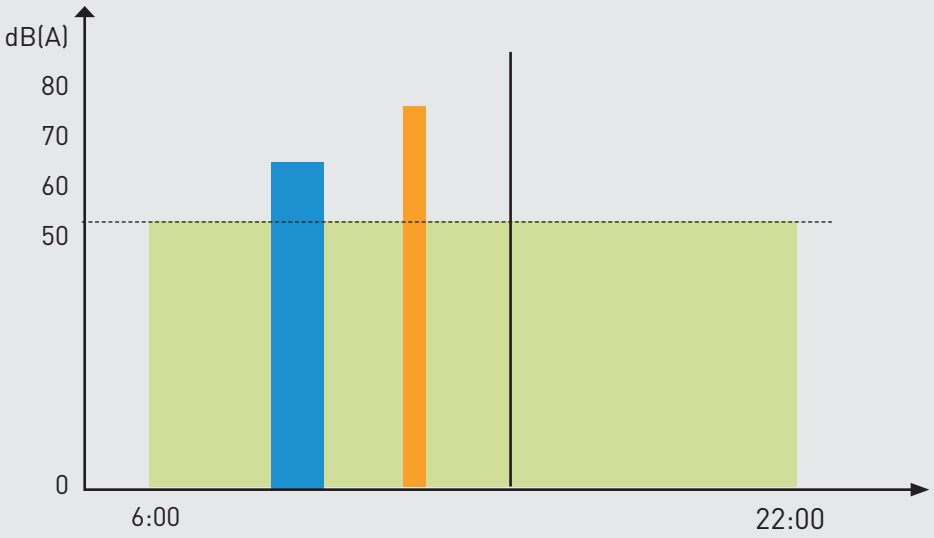
5.5.3.2 Indicadores para la descripción, fuentes de datos, técnicas de pronóstico de nivel de presión sonora como indicador para diferentes lugares y horarios de evaluación

La potencia física del sonido usualmente se mide e indica usando como unidad el decibel ponderado: dB(A). Este método con frecuencia lleva a conclusiones equivocadas que no reflejan la dimensión real del ruido. Lo mismo se aplica para el nivel acústico promedio en un periodo determinado, que en muchos casos es insuficiente como única base de evaluación. A continuación se esbozan las principales dificultades:

- El nivel del sonido calificado como tipo A —medido en dB(A)— debe representar la sensibilidad del oído humano tomando en cuenta las frecuencias audibles (percepción del volumen del sonido). Para este propósito se filtran las frecuencias altas y bajas. Para evaluar mejor el efecto adverso de un sonido se deberían utilizar indicadores que consideren la potencia del sonido (por ejemplo, medida en la unidad Sones), incluyendo aspereza, brillo, repeticiones del evento sonoro y el mismo tono del sonido[500].
- Actualmente se utiliza una escala logarítmica para la potencia del sonido, es decir, ante un aumento del valor en 10 dB(A), la potencia del sonido se multiplica por 10. Los valores límite se refieren generalmente a niveles promedio, por ejemplo durante un periodo de 8 o 16 horas, sobre todo el nivel de presión sonora continua equivalente (L_{eq}). Los niveles pico, altos y cortos, casi no influyen sobre el promedio y la escala logarítmica (ilustración 12). Sin embargo, los niveles pico fuertes del ruido afectan a la mayoría de personas más que un sonido constante, aun si este tiene una potencia relativamente fuerte. Además, este método para la evaluación de ruidos permite la contaminación acústica de lugares y horarios más tranquilos en la actualidad. La escala logarítmica como base del promedio, junto con los valores límite y los valores promedio, por lo general permite un aumento de los niveles de ruido hasta cumplir con dichos valores límite. Los periodos o los lugares tranquilos están desapareciendo.

500 Zwicker & Fastl 1999.

Ilustración 12. Evaluación de niveles de sonido mediante promedios



Un nivel de presión sonora continua equivalente a 50 dB(A) genera diferentes sonidos con diversas características de potencia y duración:

50 dB(A) – por 960 minutos
60 dB(A) – por 96 minutos
70 dB(A) – por 9,6 minutos
80 dB(A) – por 0,96 minutos

Además de los promedios esquemáticos para periodos extensos, se requieren valores límites tolerables para ruidos de corta duración. Especialmente frente al ruido nocturno, se debería considerar la hora de mayor ruido para la evaluación. También es importante tomar en cuenta que la tolerancia del ser humano al ruido varía de acuerdo con su actividad; tolerancia relativamente alta, por ejemplo en momentos de trabajo manual/artesanal o actividad física, tolerancia relativamente baja durante el sueño o la dedicación a tareas creativas o científicas. En este contexto, es necesario considerar las categorías de uso de los espacios según el Reglamento sobre Uso de la Tierra (BauNVO). En esta norma se indican escalas de sensibilidad al ruido (el nivel de protección para entornos netamente habitacionales es mayor que para entornos mayormente habitacionales, y este a su vez es mayor que para entornos mixtos). Sin embargo, los niveles de protección para la salud de dicho reglamento no son del todo coherentes. Por ejemplo, para el descanso nocturno, la Instrucción Técnica para la Protección contra el Ruido permite hasta 35 dB(A) en entornos netamente habitacionales y hasta 45 dB(A) en entornos mixtos. Para proteger la salud de los residentes, considerando la gran importancia del descanso nocturno, se debería garantizar un mínimo de tranquilidad en todos los entornos habitacionales, sin importar su categoría.

A diferencia de lo que supone la mayoría, la molestia por sonidos no depende directamente de la intensidad del sonido. Un factor muy importante es la dinámica de la molestia, es decir, la diferencia entre el nivel del sonido molesto y el nivel

de base (fondo acústico). Cuando esta diferencia de niveles supera los 10 dB se produce una molestia significativa, incluso en los casos de sonidos relativamente débiles. Este hecho con frecuencia no se toma lo suficientemente en cuenta al limitar los ruidos de instalaciones técnicas. En contraste, el ruido del tránsito vial, para el cual se utilizan promedios de día y de noche, no resulta tan problemático porque en este caso se trata de niveles de ruido relativamente uniformes. Para el tráfico ferroviario eventualmente no se considera este cálculo ventajoso. El valor L_{den} aparentemente no es muy adecuado para evaluar efectos adversos para la salud por promediar periodos de 24 horas. En los casos de instalaciones industriales y comerciales se deberían evaluar los niveles pico de los ruidos.

LÍMITES PARA EL RUIDO TOTAL

La normativa actual para la protección contra el ruido considera diferentes fuentes de manera aislada, de modo que los distintos grupos de emisores se evalúan por separado, aplicando los valores límite correspondientes. Esto significa que generalmente no se evalúa la suma de ruidos que afectan al receptor desde diferentes fuentes durante un mismo periodo de tiempo.

Las distintas normas vigentes para la protección contra ruidos, por ejemplo, la Instrucción Técnica para la Protección contra el Ruido (ruidos comerciales), la versión 16 (ruidos del tráfico vehicular y ferroviario) y la versión 18 del (ruidos por actividades recreativas) del Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones se contradicen con lo dispuesto en la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones y con la obligación del Estado de proteger a los ciudadanos. Las normas indicadas anteriormente limitan la obligación del Estado de brindar protección contra efectos nocivos del medio ambiente a la evaluación de la respectiva inmisión de ruido. En la práctica, se permite exceder el umbral y daños al sumar diferentes emisiones y tipos de ruido (por ejemplo, tráfico vehicular y ferroviario). La Ley Federal para la Protección contra Inmisiones debería evitar efectos adversos ambientales. En consecuencia, el valor de inmisión de sonido debería considerar efectos adversos para el medio ambiente, tomando en cuenta la suma de sonidos que afectan a las personas. El LAI reconoció este hecho en su decreto administrativo modelo para determinación, evaluación y disminución de inmisiones acústicas de 1995.

La simple suma matemática de diferentes peligros permitidos arroja un resultado total de 63,4 dB(A): ruido por tránsito vehicular 59 dB(A), ruido por tránsito ferroviario 59 dB(A), instalaciones comerciales e industriales 55 dB(A) e instalaciones de entretenimiento 55 dB(A). Sin embargo, se sabe que el ruido de 62 dB(A) ya significa un incremento importante frente a 59 dB(A); por esta razón el posible efecto total excede largamente el nivel peligroso para la salud. Otros factores a tomar en cuenta son los diferentes rangos de frecuencias. Sobre todo en caso de situaciones de contaminación acústica crítica, se debe determinar el efecto del ruido total, por ejemplo, según VDI 3722 Hoja 2 (2013-05) o DIN 18005-1[501].

501 VDI 2013b; DIN 2002a.

FUENTES DE DATOS Y SU USO

Para la evaluación exacta del ruido se consideran diferentes fuentes:

- Ruido de construcciones
- Ruido industrial o comercial
- Ruido de tránsito
- Ruido vecinal
- Ruido por deportes o actividades recreativas
- Ruido de tránsito vehicular

La legislación considera y regula dichas fuentes de ruidos de diferente forma; por eso, se deben evaluar también las fuentes de datos por separado[502].

En un caso determinado de contaminación acústica quizá sea necesario realizar mediciones concretas, además de efectuar el cálculo aproximado. Este procedimiento considera las particularidades específicas y permite una adecuada evaluación, por ejemplo, ruidos pulsantes, de baja frecuencia, determinados tonos. A menudo es importante evaluar el traslape de diferentes inmisiones de ruido.

En la normativa alemana, vigente desde hace años, generalmente se distingue entre ruido diurno (6-22 h) y nocturno (22-6 h). Este procedimiento coincide parcialmente con las nuevas exigencias de la directiva de la UE sobre el ruido ambiental.

DIRECTIVA DE LA UE SOBRE EL RUIDO AMBIENTAL

El 18 de julio de 2002 entró en vigencia la nueva directiva para la evaluación y la gestión del ruido ambiental del Parlamento Europeo y Consejo Europeo (EU-RL 2002/49). Sus disposiciones se centran en la prevención y la disminución de los ruidos ambientales y en la conservación de las áreas actualmente tranquilas, mencionadas en el artículo 1. Dicha directiva introduce un nuevo indicador de ruido (L_{den}), que reemplaza el principio de dualidad (día/noche) de la normativa alemana por tres periodos (día/tarde/noche).

Este nuevo concepto considera por primera vez oficialmente el horario de la tarde para la evaluación, pero mantiene lamentablemente el sistema de promediar los niveles de ruido. Por el periodo adicional, para calcular el promedio (ahora día/tarde/noche) se compensa, por ejemplo, el ruido fuerte del día por la noche tranquila y, viceversa, una noche ruidosa se compensa por un día tranquilo. Posiblemente esta forma de cálculo tenga desventajas para los afectados. En los portales electrónicos del UBA, de los estados federados o de la Oficina Federal de Ferrocarriles se brindan los resultados, los detalles y la presentación gráfica con extensos mapas de contaminación acústica[503].

502 Véase <http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/gesetze.html>.

503 Véase <http://www.umweltbundesamt.de/laermprobleme/ulr.html>.

5.5.3.3 Parámetros de evaluación

Como se ha indicado, la descripción y la evaluación de las inmisiones con frecuencia se basan en el nivel promedio. Dicho valor representa el promedio energético de valores individuales, que consideran frecuencias y tiempos durante el periodo promediado. Para poder evaluar diferentes situaciones se debería aplicar a este nivel promedio factores de corrección, como tonos e impulsos; se obtendría así el nivel de criterio, que tiene como objetivo la mejor representación de las características relevantes del efecto del sonido.

En la práctica actual, la protección sonora se enfoca en la protección de efectos adversos del medio ambiente acústico y se establece un umbral de peligros: perjuicios y peligros para la salud o molestias significativas según el artículo 3 de la Ley Federal de Protección contra Inmisiones. De esta forma no es posible garantizar el principio de prevención por protección de efectos no deseables del ruido, ni la tranquilidad necesaria para mantener la buena salud. Hace ya tiempo que existen valores de orientación relativamente exigentes en la norma DIN 18005-1, aplicables para la planificación urbanística[504]. Estas normas rigen para la protección adecuada contra el ruido exterior y se relacionan con sus efectos. En el caso de proyectos sujetos a EIA, la aplicación de dichos valores no vinculantes es una práctica común.

Para el manejo directo y la evaluación se pueden aprovechar las escalas de evaluación en la unidad dB(A) que se indican a continuación. Estos valores representan exigencias mínimas para la protección contra ruidos. Se deben tomar en cuenta las siguientes indicaciones:

- Para garantizar un alto nivel de protección se debe aplicar, por ejemplo, el principio de prevención ambiental eficaz, para así asegurar condiciones ambientales dignas y saludables en el entorno habitacional y laboral (véase el artículo 1, párrafo 5, de la Ley de Edificaciones). Para lograr estos objetivos se requieren estándares concretos de alta calidad para los entornos densamente poblados. Las normas deben hacer respetar los límites tanto de inmisiones de ruido permanente (promedios día/noche) como de incrementos eventuales del nivel de sonido. Los niveles del ruido en el exterior se deben limitar (véanse las guías de la WHO/OMS y la tabla 22):
    - Es necesario garantizar el descanso nocturno, incluso con una ventana abierta para mejor ventilación. Medición cercana al oído del afectado en la hora nocturna con mayor presencia de ruido igual a < 30 dB(A) de nivel promedio; velocidad de incremento < 10 dB/s con picos de < 45 dB(A). Este método corresponde casi al valor de orientación (nocturno) según la norma DIN 18005-1 para zonas WR (netamente habitacionales) de 40 dB(A) para el ruido del tránsito vehicular.
    - En horario diurno, el ruido no debe interferir con las conversaciones en el área interior y exterior de la vivienda (< 45 dB(A) de nivel promedio exterior).

504 DIN 2002a.

- El ruido no debe interferir con la concentración en el trabajo (nivel promedio en interiores de colegios y similares < 35 dB(A) / velocidad de incremento < 20 dB/s).
- Al aire libre y en áreas abiertas se requiere proteger la función recreativa del espacio para las personas mediante la aplicación de estándares concretos de calidad para enfrentar los efectos de ruidos generados por la tecnología y los seres humanos. Es preciso evitar impactos significativos para la integridad de la naturaleza y los paisajes que afecten su calidad de espacio para la permanencia y las actividades de las personas (aproximadamente < 40 dB(A)).

- Al agregar nuevas fuentes de emisión de sonidos, estas no deben interferir con los periodos de tranquilidad que existen en la actualidad.

En los lineamientos para el ruido comunitario de la WHO/OMS se indican niveles promedio para la inmisión de 45 dB(A) en los exteriores de viviendas y de 30 dB(A) en los interiores como valores meta para evitar trastornos del sueño[505]. La Comisión Europea ha encomendado al Centro Europeo para el Medio Ambiente y la Salud, oficina de la WHO/OMS en la ciudad de Bonn, la tarea de solicitar a expertos reconocidos que recopilen información de alta calidad acerca de la problemática de ruidos y trastornos del sueño. Estos Lineamientos Europeos para el Ruido Nocturno han reemplazado parcialmente a anteriores lineamentos comunitarios para ruidos (por ejemplo, lineamientos para el ruido comunitario). La versión oficial aprobada está disponible en el portal electrónico de la WHO/OMS[506]. La tabla 22 muestra un resumen de dichos valores.

En este caso se indican los niveles de sonido ($L_{night,\ exteriores}$) como promedios del ruido en horario nocturno (generalmente entre 22 h y 6 h). De acuerdo con la directiva sobre el ruido ambiental de la UE, se determina el ruido como promedio anual a una altura de 4 m frente a edificios habitacionales.

5.5.3.4 Otras indicaciones

Al revisar las escalas de evaluación presentadas se observa que la normativa legal existente para el ruido exterior (especialmente tránsito vehicular, ferroviario y aéreo) no garantiza la suficiente protección contra ruidos y durante el descanso. Como ya se ha indicado, la legislación medioambiental alemana garantiza los derechos adquiridos en el caso de vías de tránsito existentes, aunque estas sean causantes de inmisiones nocivas para la salud. Se puede exigir la aplicación de nuevas normas solamente en caso de modificaciones significativas o ampliaciones de dichas vías de tránsito terrestres o ferroviarias. Este hecho constituye una grave desventaja para los afectados por la infraestructura existente. Debería existir un derecho legal a la protección contra la contaminación acústica en general para todos los afectados.

505 WHO/OMS 1999.

506 WHO/OMS 2009.

Tabla 22. WHO/OMS: impactos producidos por el ruido nocturno

Nivel de ruido promedio anual-Complemento: $L_{night,outside}$	Efectos para la salud observados en la población
Hasta 30 dB	La sensibilidad y las circunstancias dependen del individuo, pero parece que este nivel no genera efectos biológicos significativos. Lnoche,exteriores de 30 dB = NOAEL para ruido nocturno.
30 a 40 dB	Con este nivel se observan algunos trastornos del sueño: movimientos corporales, interrupciones del sueño, trastornos del sueño autodetectados, inquietud. La intensidad del efecto depende de las características del sonido y otros factores. Los grupos vulnerables (por ejemplo niños, personas con enfermedades crónicas y adultos mayores) sufren mayores consecuencias. Sin embargo, los efectos parecen moderados, incluso en los peores casos. Lnoche,exteriores 40 dB = LOAEL para ruido nocturno.
40 a 55 dB	Se observan efectos adversos para la salud de la población expuesta. Muchas personas se ven obligadas a cambiar sus hábitos de vida para enfrentar la situación. Los grupos vulnerables se ven más afectados.
Superior a 55 dB	Es una situación considerada muy peligrosa para la salud pública. Con frecuencia se observan efectos adversos para la salud. Una importante proporción de la población se siente perturbada y sufre trastornos del sueño. Hay evidencias de un aumento de enfermedades cardiovasculares.

Fuente: WHO/OMS 2009.

5.5.4 Infrasonido y sonidos de baja frecuencia

Claudia Hornberg

5.5.4.1 Descripción e investigación de impactos relevantes para la salud

DEFINICIÓN Y PERCEPCIÓN

La Conferencia Internacional Infrasound, llevada a cabo en la ciudad de París en 1973, fijó el rango inferior del infrasonido en 0,1 Hz. La norma ISO 7196[507] define el estándar internacional para el rango del infrasonido entre 0,2 y 200 Hz. Se aplica una categoría separada para la frecuencia llamada G[508], para incluir de esta forma el espectro audible de los sonidos de baja frecuencia. Esta definición no se ha generalizado en la literatura y la investigación científicas, porque es común evaluar por separado el infrasonido y los sonidos audibles de baja frecuencia debido a sus características diferentes. En todo caso, esta diferenciación semántica no reconoce la realidad: el ser humano percibe el infrasonido de manera limitada porque no oye los tonos[509]. Respecto de la protección de la salud ambiental,

507 ISO 1995.

508 Becker & Schust 1996.

509 Así lo entiende la Comisión Médica Ambiental y de Salud Pública del RKI al formular sus recomendaciones sobre calidad de la salud ambiental (RKI 2007).

se recomienda no distinguir entre sonidos audibles y no audibles, sino considerar un rango de frecuencias unificado ≤ 200 Hz para el sonido de baja frecuencia con sus efectos particulares.

Por debajo de 100 Hz, la calidad y las características de las percepciones de tonos en los seres humanos cambian: primero se dejan de percibir bien los tonos de baja frecuencia, por debajo de 50 Hz[510], o 20 Hz[511], o 18-16 Hz[512]. En los rangos de baja frecuencia ya no se escuchan tonos o perciben ruidos, pero se comienza a sentir la inmisión sonora como presión en el oído, vibración o, a veces, en forma de una sensación de inseguridad[513]. Tales percepciones se presentan a partir del momento en el cual el nivel de presión sonora llega al umbral de audición del individuo[514]. En términos generales, cuanto más baja sea la frecuencia el ser humano requiere mayor nivel de presión sonora para percibir el sonido por audición o vibración (a nivel subjetivo: volumen del sonido)[515]. Tomando en cuenta este principio, aumenta el nivel de presión sonora hasta que —al alcanzar una frecuencia de aproximadamente 1,5 Hz[516] o 0,5 Hz[517] —el umbral de audición coincide con el umbral para la percepción de vibraciones (con una frecuencia de 4 Hz, este umbral se sitúa aproximadamente en 105 dB)[518]. Debido a la inexistente o a la deficiente percepción de tonos, ya no se perciben ruidos o el volumen de sonidos directamente. Por tal motivo, no se pueden aplicar los procedimientos de medición y evaluación conocidos para el rango audible de sonidos[519]. El infrasonido se percibe (escucha) en forma indirecta (por ejemplo, estimulación de los nervios afectados y alteraciones de las estructuras biológicas) y no por el ruido mismo[520].

A diferencia del ruido audible, estas inmisiones de sonido percibidas sensorialmente pueden generar efectos extraauditivos ya a nivel del umbral audible[521]. El infrasonido y los sonidos de baja frecuencia generan mayores molestias que los sonidos del espectro audible[522]. No existe un umbral de audición claramente definido para la ausencia total de percepciones auditivas; más bien, hay una zona de transición sin límites exactos en la cual se desvanece la percepción de tonos y se inicia la percepción de otros efectos sensoriales. El infrasonido corresponde al rango más bajo de los sonidos de baja frecuencia que aún se pueden percibir eventualmente como tonos. Debido a las particularidades de percepción y las dificultades de medición, en la actualidad este rango demanda especial cuidado en el contexto de la protección de la salud ambiental. Maschke *et al*. recomiendan

510 Przybilla 2003.

511 Babisch 2002; MØller & Pedersen 2004.

512 Leventhal 2003.

513 Przybilla 2003.

514 Schust 1997.

515 RKI 2007.

516 Babisch 2002.

517 Berglund *et al.* 1996.

518 Feldmann & Jakob 2006.

519 Babisch 2002.

520 Berglund *et al.* 1996.

521 Schust 1997.

522 Babisch 2002.

valores límite para inmisiones de sonidos de baja frecuencia por debajo del umbral de percepción inferior a nivel individual[523]. Para Leventhal, el rango entre 10 y 100 Hz es de importancia crucial[524].

EMISORES Y PROCEDIMIENTOS PARA LA MEDICIÓN

La diferencia entre infrasonido y sonido audible es la gran longitud de onda (tabla 23). Esta longitud de onda tiene dimensiones similares a las de las estructuras del entorno (por ejemplo, edificaciones, habitaciones, puentes)[525]. En el rango entre 25 y 150 Hz, la longitud de onda tiene dimensiones similares a las de una habitación[526].

Tabla 23. Sonidos de baja frecuencia: frecuencia y longitud de onda

Frecuencia (Hz)	1	10	25	50	100	150	200
Longitud de onda (m)	340	34	13,6	6,8	3,4	2,27	1,7

Fuente: Leventhal 2003.

Debido a la longitud de onda, los métodos tradicionales de protección (sistemas para absorción o aislamiento acústico y barreras protectoras) casi no surten efecto. Este tipo de onda viaja por largas distancias, en su trayecto sufre modificaciones ocasionales, pero sin debilitarse significativamente[527].

Las ondas de infrasonido se producen de manera natural (cascadas de agua, olas rompiendo en la playa, corrientes turbulentas de aire, erupciones volcánicas, terremotos) o artificial (maquinaria, edificaciones, medios de transporte, fuentes en interiores, explosivos, municiones)[528]. Los sonidos de baja frecuencia están presentes como componente de la banda ancha de sonidos que son producto del ambiente tecnificado (por ejemplo, tránsito) y también se encuentran en el interior del entorno habitacional. Las frecuencias más altas se pueden filtrar con ayuda de materiales de aislamiento acústico[529].

Se ha previsto el aumento de las plantas eólicas en Alemania por la voluntad política de satisfacer la demanda energética del país mediante fuentes renovables. Hasta el año 2020, se proyecta una participación del 30 % de energías renovables en la matriz energética, y un incremento continuo en los años posteriores. La mayor parte de esa energía provendrá de biomasa, seguida por la energía eólica con un 7,4 %. Esta última se considera de gran prioridad para la ampliación de la generación de energías renovables.

523 Maschke *et al.* 2006.

524 Leventhal 2003.

525 Becker & Schust 1996.

526 Leventhal 2003.

527 Becker & Schust 1996; Feldmann & Jakob 2006.

528 RKI 2007.

529 Feldmann & Jakob 2006.

La emisión de sonidos generados por estas plantas eólicas es importante al momento de buscar ubicaciones adecuadas para su instalación y para el trámite de autorización en el marco de las disposiciones legales correspondientes. Las críticas por la construcción de plantas eólicas en Alemania son fuertes y cada vez son más los ciudadanos que luchan en contra de la construcción de nuevas plantas eólicas cerca de su entorno habitacional. Se preocupan tanto por aspectos ecológicos (por ejemplo, aspecto escénico del paisaje y fauna local) como por posibles efectos adversos para su salud por las emisiones de sonidos de baja frecuencia y sus efectos. En años recientes, se ha visto un incremento continuo de las molestias relacionadas con los efectos de sonidos de baja frecuencia[530].

Las plantas eólicas modernas, con orientación del rotor hacia el viento, generan menor nivel de infrasonido que las plantas antiguas en las cuales las aspas del rotor se localizan detrás de la torre en la zona de sotavento[531]. Se cuenta con un estudio crítico que toma en cuenta todas las mediciones de infrasonido de plantas eólicas[532], el cual encuentra que las emisiones de infrasonido dependen del tipo de aspa del rotor: en el caso de rotores de tipo "contra el viento" (upwind) la emisión de infrasonido es mínima, pero en los rotores de tipo "con el viento" (downwind) el nivel de infrasonido es superior en 10 a 30 dB, valor que posiblemente exceda los valores límite en el entorno inmediato. El autor concluye que ambos tipos de rotores respetan el valor límite a mayor distancia[533]. Se debe considerar que debido a medidas de repotenciamiento (repowering), es decir, al reemplazo de equipos antiguos por otros nuevos de mayor potencia, aumenta o disminuye eventualmente la altura de la instalación para aprovechar mejor el viento. Usualmente, las plantas actuales tienen su eje a una altura de 135 m y cuentan con un rotor de 125 m de diámetro, lo que resulta en una altura de la unidad completa de aproximadamente 200 m[534].

La evaluación de posibles efectos adversos para la salud depende sobre todo de la medición concreta del nivel de presión sonora. En la actualidad, ninguna práctica o procedimiento de medición refleja correctamente el rango de sonidos de baja frecuencia. Existen menos mediciones en el rango de sonidos de baja frecuencia y de infrasonido que mediciones de sonidos en el rango audible. Los resultados de varios estudios son cuestionables por la técnica de medición aplicada y la posible generación de pseudosonidos. Es necesario investigar más para contar con una evaluación realista de los perjuicios reales para la salud originados por sonidos de baja frecuencia en general y por infrasonidos en especial[535].

530 Ib.; Maschke *et al*. 2006.

531 LfU BY 2012.

532 Jakobsen 2005.

533 LfU BY 2012.

534 En consecuencia, la producción anual de energía por una unidad eólica típica se incrementó entre 1990 y 2010 de 400 a 20 000 megavatios/hora (Mwh). Véase el portal electrónico de la Asociación Alemana de Energía Eólica (BWE): <http://www.wind-energie.de>.

535 RKI 2007.

ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS DEL INFRASONIDO PARA LA SALUD

Potencialmente, todos los seres humanos sufrimos la exposición al infrasonido por la presencia de emisores artificiales y naturales[536]. Los efectos para la salud pueden ser auditivos y no auditivos[537]. No existen indicios válidos que respalden el posible daño de la audición por infrasonidos, a menos que se supere el nivel de presión sonora no cuantificado en una determinada frecuencia, con la consecuencia de sufrir daños directos en el tímpano o en el oído medio[538]. Por otro lado, se tienen indicios de que la exposición prolongada a sonidos de baja frecuencia y alta presión sonora puede originar pérdidas de audición[539]. Los efectos más reconocidos del infrasonido son el aumento del cansancio y la disminución de la frecuencia respiratoria luego de una exposición por varias horas a infrasonido apenas audible. Estos efectos disminuyen con el incremento de la frecuencia, a pesar de que a nivel subjetivo se perciba un incremento del volumen del sonido, sin que este haya aumentado en realidad. La activación del simpático aumenta al subir el volumen del sonido[540].

Maschke *et al*. analizaron la literatura en busca de efectos de los sonidos de baja frecuencia durante el descanso nocturno. Confirmaron que los sonidos de baja frecuencia en el umbral de audición o ligeramente por encima generan trastornos del sueño y mayor cansancio en las mañanas. De acuerdo con los autores, esos sonidos interfieren con el ritmo del cortisol durante la noche, lo cual indica la presencia de estrés crónico[541]. También se presumen posibles efectos de la resonancia en el cuerpo humano, cuando una frecuencia determinada hace oscilar al cuerpo entero u órganos individuales[542]. Maschke *et al*. se refieren explícitamente a la relación entre sonidos de baja frecuencia y vibraciones, suponen que los efectos adversos para el sueño se potencian al combinar el sonido de baja frecuencia con las oscilaciones mecánicas[543].

La evaluación del impacto del infrasonido en la salud tiene ciertas particularidades porque es relativamente complicado medir y evaluar el rango de sonidos no audibles a nivel de tonos, dado que el infrasonido se percibe mediante diferentes sensaciones sensoriales. Así, genera molestias a nivel subjetivo (en el sentido de irritación o annoyance), que a su vez contribuyen posiblemente a los efectos biológicos y físicos de la señal[544].

Pareciera que el principal efecto del infrasonido en seres humanos fuese la irritación[545]. Persson-Waye y Rylander detectaron en este contexto indicios de que

536 Leventhal 2003.
537 Schust 1997; Babisch 2002.
538 Babisch 2002.
539 Leventhal 2003.
540 Babisch 2002; RKI 2007.
541 Maschke *et al.* 2006.
542 Magid *et al.* 1960.
543 RKI 2007.
544 Berglund *et al.* 1996.
545 Leventhal 2003.

dicha sensación de molestia a nivel subjetivo refuerza los síntomas médicos, psíquicos y sociales relacionados con el ruido o con sonidos de baja frecuencia (trastornos de concentración, sueño y descanso)[546]. La molestia por sonidos de baja frecuencia, incluso sonidos muy por debajo del umbral de audición, se considera un problema serio[547]. Con frecuencia, las autoridades no lo toman en cuenta o no aplican las medidas correctivas adecuadas frente a él[548].

ESTIMACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL INFRASONIDO DE LA POBLACIÓN

La escasa literatura sobre el tema prueba que se requieren estudios actualizados para aclarar fehacientemente las relaciones entre las causas y los posibles efectos adversos del infrasonido. Además de las plantas eólicas, existen otras fuentes importantes de infrasonido, entre otros, vehículos motorizados, aviones o trenes. Por otro lado, los ruidos provenientes de barcos, comercio, construcción, deportes, actividades recreativas o vecinales no desempeñan un papel importante en la exposición de la población[549]. Es necesario considerar que la mayor parte de las mediciones de niveles de sonidos se realizan aplicando el filtro A (dB(A)), lo que implica la subestimación de inmisiones de sonidos de baja frecuencia. Por la información limitada disponible en la actualidad es imposible estimar la exposición de determinados grupos de personas al infrasonido y los efectos adversos para su salud[550]. Leventhal supone que aproximadamente el 2,5 % de la población tendría una sensibilidad superior al promedio equivalente a 12 dB, lo que equivale a 1 millón de personas de entre 50 y 59 años en todos los países de la UE, este sería el grupo objetivo que presenta la mayor parte de molestias[551].

Considerando que las plantas eólicas ocasionalmente están instaladas en las cercanías de entornos habitacionales, actualmente la discusión por altos niveles de exposición se centra en las emisiones de dichas instalaciones. Para fomentar una discusión más objetiva al respecto, los estados federados de Alemania intensifican las mediciones y las evaluaciones. Es el caso, por ejemplo, del Estado Federado de NRW[552], las asociaciones de empresas eólicas (de Alemania o del Reino Unido, como la Asociación Británica de Energía Eólica [BWEA][553]) y las diferentes asociaciones para la protección del medio ambiente[554].

Es cuestionable considerar las plantas eólicas como completamente inofensivas y debe optarse por cierto grado de escepticismo cauteloso. En primera instancia, se deben aplicar otros tipos de filtros para la medición de los valores del nivel de sonido y, luego, se debe mejorar el sistema de medición de infrasonidos. Finalmente,

546 Persson-Waye & Rylander 2001.

547 Por ejemplo, Leventhal 2003 y 2004; Feldmann & Pitten 2004; Maschke *et al.* 2006.

548 Leventhal 2004.

549 Wichmann *et al.* 2001.

550 RKI 2007.

551 Leventhal 2004.

552 LUA NRW 2002; LANUV NRW 2013.

553 Klug 2002; BWEA 2005.

554 Por ejemplo, BUND NRW 2004.

existe incertidumbre por las importantes diferencias en el umbral de percepción del rango de bajas frecuencias, por este motivo es urgente optimizar los datos básicos al respecto.

EVALUACIÓN FINAL DE LOS CONOCIMIENTOS ACTUALES

La comisión médica del RKI[555] ha propuesto una hipótesis de trabajo para definir sonidos de baja frecuencia como un rango de protección ⩽ 200 Hz, incluyendo de esta manera el infrasonido. El infrasonido demanda mayor atención por sus características especiales y porque a la fecha existen muy pocos conocimientos verificados de su presencia y efectos. Esto se debe, entre otras razones, a la falta de métodos adecuados para su medición. Recién después de contar con dicha información se podrá evaluar la necesidad de establecer la protección adecuada contra infrasonidos. Sin embargo, de acuerdo con las opiniones de científicos expertos, existe un significativo potencial que a menudo se subestima acerca de que los sonidos de baja frecuencia puedan afectar la salud.

Según el RKI, se requieren las siguientes acciones[556]:

- Optimizar y aprovechar los métodos de medición disponibles.
- Realizar estudios epidemiológicos con validez cuantitativa para determinar posibles umbrales de efectividad (sobre todo en casos de exposición prolongada) e identificar a los grupos afectados en la población.
- Evaluar la necesidad de un rango de protección contra determinadas frecuencias de infrasonidos para proteger la salud ambiental (o, alternativamente, mantener el rango único de sonidos de baja frecuencia en ⩽ 200Hz).
- Investigar la presencia del infrasonido y sus mecanismos de acción.

5.5.4.2 Evaluación de los impactos

REQUERIMIENTOS PARA LOS TRÁMITES DE AUTORIZACIÓN DE PLANTAS EÓLICAS SEGÚN LA LEY FEDERAL PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INMISIONES

En general, la operación de plantas eólicas requiere de autorización porque estas tienen un impacto potencial en el medio ambiente. Para plantas cuya altura total supere los 50 m se exige el trámite de autorización según la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones (versión 4 del Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones, numeral 1.6, columna 2). Esta ley, en su artículo 10, establece que los parques eólicos con 20 o más unidades instaladas requieren de un procedimiento de autorización formal, con participación ciudadana y debate público; en su artículo 19 dispone que en los parques eólicos con menos de 20 unidades se utilice un procedimiento simplificado. En este último caso se puede prescindir de la participación ciudadana, siempre que el tipo y la duración de los efectos ambientales nocivos del proyecto sean compatibles con el principio de

555 RKI 2007.

556 Ib.

protección del público en general y del vecindario. Aun para parques eólicos con 3 a 19 unidades se puede exigir una evaluación preliminar en casos determinados previstos en el artículo 10 de la ley, si la evaluación (según el artículo 3b, inciso 2 de la UVPG) identificara la existencia de impactos significativos para el medio ambiente.

Las plantas eólicas con una altura de hasta 50 m (microunidades eólicas) ya no son representativas de la tecnología actual y requieren de una autorización de construcción en caso de no estar exentas de dicho procedimiento; sin embargo, la normativa de inmisiones se aplica también a este tipo de unidades eólicas.

La Ley Federal para la Protección contra Inmisiones enuncia en el artículo 1 sus objetivos: proteger a seres humanos, animales, plantas, suelos, aguas, atmósfera, bienes culturales y otros bienes materiales de los efectos nocivos para el medio ambiente y prevenir la generación de efectos nocivos ambientales en general. Durante el procedimiento de autorización se evalúa la forma en que la construcción y la operación de la planta eólica pueden afectar el interés público y los intereses de los ciudadanos. La evaluación se rige por disposiciones legales vinculantes para la protección contra inmisiones (por ejemplo, ruido, infrasonido, sombra). La autoridad a cargo de otorgar la autorización solicita los dictámenes correspondientes de otras autoridades afectadas por el proyecto (por ejemplo, protección del medio ambiente o de la salud). Estos dictámenes se deben tomar en cuenta en la resolución de autorización. Para autorizar una planta eólica se debe comprobar que la construcción y la operación del proyecto no generen efectos nocivos para el medio ambiente ni violen las normas legales públicas (derecho de la construcción, artículo 29 de la Ley de Edificaciones). De acuerdo con el artículo 35, párrafo 1, inciso 5, de esta ley, la construcción de una planta eólica en terrenos no urbanizables es factible si no interfiere con el interés público y existe la infraestructura de acceso necesaria en el lugar. Las posibles causales de interés público para impedir la construcción de una planta eólica se indican en el artículo 35, párrafo 3, de la Ley de Edificaciones.

APLICABILIDAD DE LA INSTRUCCIÓN TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO

La Instrucción Técnica para la Protección contra Ruidos se aplica como decreto administrativo general en el caso de plantas eólicas. Para las autoridades administrativas, estas instrucciones constituyen un marco vinculante referente a ruidos que concretan las obligaciones legales abstractas de la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones. En su fallo del 28 de agosto de 2007[557], el Tribunal Federal Administrativo determinó que dicha instrucción técnica tiene carácter vinculante en un proceso judicial; esto significa que tiene categoría de ley hasta que se pueda contar con conocimientos científicos y tecnológicos que no se hubiesen considerado en su redacción.

Las inmisiones de plantas eólicas incluyen ruidos (artículo 3, párrafo 2, Ley Federal para la Protección contra Inmisiones) incluyendo infrasonidos no audibles para

557 NVWZ 2008, 76.

seres humanos. A diferencia del sonido normal dentro del rango audible, en la Instrucción Técnica para la Protección contra el Ruido no se indican valores límite o recomendados para infrasonidos. En el caso de sonidos de baja frecuencia solamente se especifican determinados procedimientos de medición y evaluación. A partir de esta instrucción técnica se cuenta con niveles máximos permitidos del sonido audible y procedimientos para determinar la distancia requerida hacia entornos habitacionales (sin especificar distancias mínimas). La distancia se determina a partir del valor de inmisión aceptable de acuerdo con esa instrucción técnica.

En caso de superar los valores de orientación en la hoja de especificaciones para la DIN 45680[558], el infrasonido de plantas eólicas se considera como efecto ambiental nocivo de acuerdo con la legislación para la protección contra inmisiones. Sin embargo, por respetar las distancias habituales entre plantas eólicas y entornos habitacionales, por lo general no se excede este umbral. En la evaluación de las inmisiones de sonidos se distinguen dos casos: en las instalaciones en operación se puede medir el ruido efectivo mientras que en las instalaciones planeadas se trata de un pronóstico del ruido esperado, al que se aplica el principio de protección de la salud ambiental. Eventualmente, se emiten instrucciones adicionales con el fin de aplicar medidas preventivas para limitar la generación de ruidos[559].

La DIN 45680[560] solicita nuevos métodos de medición y evaluación de sonidos de baja frecuencia. Esta norma se refiere a las bandas de tercio de octava con una frecuencia media de entre 8 y 125 Hz (anteriormente solo se evaluaba el rango de frecuencias entre 10 Hz y 80 Hz). El punto de medición es el ambiente más afectado donde haya personas con regular frecuencia. Se debe tomar mediciones en varios puntos para determinar el punto más afectado (generalmente los valores más bajos se registran en el centro de una habitación; según la norma DIN las mediciones en exteriores suelen dar resultados equivocados).

En general, la jurisprudencia y la práctica administrativa de las autoridades no cuestionan la aplicación de la Instrucción Técnica para la Protección contra el Ruido al evaluar inmisiones de sonidos generados por plantas eólicas[561].

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO DE ACUERDO CON LAS DISPOSICIONES DE LA LEY FEDERAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Independientemente de respetar las normas para la protección contra inmisiones en la evaluación de los efectos ambientales, se deben considerar los efectos ambientales durante el planeamiento urbanístico de parques eólicos o medidas de repotenciamiento de estos. Para plantas eólicas en terrenos no urbanizables se asignan algunos privilegios según el artículo 35, párrafo 1, numeral 5, de la

558 DIN 1997 y DIN 2013.

559 LUBW 2013.

560 DIN 2013.

561 LUBW 2013.

Ley de Edificaciones. Sin embargo, de acuerdo con el artículo 35, párrafo 3, de esa misma ley no se deben ver afectados los intereses públicos, que son tomados en cuenta en el informe ambiental correspondiente del plano urbanístico.

Por lo mismo, la EIA es un componente integral de procedimientos de autorización, tal como estipula la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones acerca de dicho procedimiento. De acuerdo con el anexo 1, numeral 1.6, de la UVPG y las disposiciones de la versión 4 del Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones, la EIA es vinculante para parques eólicos con 20 o más unidades eólicas superiores a 50 m de altura. Para parques eólicos con entre 6 y 19 unidades instaladas se requiere una evaluación preliminar general del caso aislado. En cambio, para parques eólicos con entre 3 y 6 unidades se necesita una evaluación preliminar del caso referente al lugar de instalación. Si esta evaluación preliminar (llamada screening) se basara en estimaciones aproximadas y levantara la sospecha de posibles efectos ambientales importantes, las autoridades deben proceder con una EIA completa, incluyendo las instancias de participación ciudadana.

La documentación proporcionada por el interesado, muchas veces llamada estudio o análisis de impacto ambiental, es generalmente la base de la EIA. Los aspectos principales que se consideran son las inmisiones de sonidos y el sombreado debido al equipo, pero también los efectos sobre el paisaje y la fauna (en especial para las aves nidificantes y migratorias o los murciélagos).

No hay disposiciones legales para las distancias mínimas a respetar al construir una planta eólica. La medida más segura de evitar inmisiones de plantas eólicas es la distancia mínima con entornos habitacionales. No es conveniente establecer normas fijas para dichas distancias y aplicarlas en la evaluación de proyectos, lo que permite considerar las características específicas de cada instalación (número de unidades, potencia de sonido, carga existente). Para la planificación y la consideración de distancias preventivas y el procedimiento de autorización, tomando en cuenta valores recomendados de inmisión se requiere de evaluaciones individuales de los casos sobre la base de las normas existentes para las distancias.

Frecuentemente se han establecido las distancias recomendadas en la instancia de planificación regional, que a su vez aportan a la definición de áreas preferenciales y preventivas en el Plan General Municipal de Ordenamiento, el cual constituye la base para el programa de actuación urbanística. Según cada estado federado y el tipo de construcciones (área urbanizada / área no urbanizada), las distancias recomendadas fluctúan entre 300 y 1000 m[562].

562 Véase la tabla 12.

5.5.5 Sacudidas

Dagmar Hildebrandt

5.5.5.1 Descripción e investigación de impactos relevantes para la salud

La luz y los sonidos son estímulos necesarios para el ser humano, que los requiere para su orientación y comunicación. Sin embargo, el efecto de sacudidas externas no forma parte habitual de la historia evolutiva del ser humano. Las sacudidas generalmente representan potenciales peligros, por ejemplo, sismos o temblores y movimientos de barcos[563].

A diferencia de los sonidos, el ser humano básicamente no tolera bien los efectos de sacudidas externas. Las sacudidas generadas por causas externas se consideran indeseables y, en el entorno habitacional, muchas personas las perciben como altamente perturbadoras si se presentan durante un periodo prolongado.

El efecto de sacudidas en el ser humano en el interior de edificaciones genera usualmente una molestia fuerte. La percepción se basa en la evaluación negativa de los efectos de la sacudida y sus consecuencias como oscilaciones visibles o sonidos de objetos que tiemblan. El uso limitado de edificios o partes de estos como consecuencia de sacudidas constituye una molestia grave. El grado de perturbación depende de la potencia de la sacudida y de otros factores a considerar, que determinan el nivel de afectación de las personas perjudicadas[564].

Estos factores son los siguientes (DIN 4150-2)[565]:

- Potencia de las sacudidas.
- Frecuencia de la oscilación.
- Duración.
- Horario y frecuencia de la ocurrencia (factor sorpresa).
- Tipo y modo de operación de la fuente de las sacudidas.

De forma individual, y según las condiciones de la situación, los factores importantes son (DIN 4150-2)[566]:

- Estado de salud físico y psíquico.
- Grado de acostumbramiento.
- Relación con el emisor de la sacudida.
- Expectativa de tranquilidad en el entorno habitacional, que puede variar según el tipo de entorno.
- Efectos secundarios (oscilación visible de lámparas, cuadros, plantas; sonidos de puertas o ventanas; vibraciones de vasos, platos, ollas; desplazamientos de vasos o platos en muebles o estanterías).

563 LfU 2011.

564 LAI 2000.

565 DIN 1999b.

566 Ib.

El ser humano procesa las sacudidas de manera diferente que, por ejemplo, el sonido o la luz, por carecer de un sentido especializado de percepción. En el caso de las sacudidas depende de diferentes receptores distribuidos por todo el cuerpo para recibir y transmitir dicha sensación (DIN 4150-2)[567].

La tabla 24 muestra un resumen de normas con indicaciones para la medición y la evaluación de las sacudidas en edificaciones que afectan a personas en su interior.

Tabla 24. Alemania: normas DIN para vibraciones

Norma	Contenido
DIN 4150	Sacudidas en la construcción civil
DIN 4150-3	Inmisiones en edificaciones
DIN 4150-2	Inmisiones en seres humanos en interiores de edificaciones
DIN 45669	Medición de inmisiones de sacudidas
DIN 45669	Medición de sacudidas, exigencias, evaluación
DIN 45669-2	Procedimiento de medición

Fuente: DIN 1999a, 1999b, 1995a y 1995b.

La norma DIN 4150-2[568] define valores característicos de las dimensiones de las sacudidas:

- Potencia de la sacudida indicada por el valor KBF(t).
- Duración, frecuencia y horario de la sacudida.
- Situaciones en el entorno (vivienda, medio de transporte, entorno laboral).

Las sacudidas no son habituales en el entorno habitacional, y se sabe por experiencia que, incluso, las casi imperceptibles se consideran una molestia significativa, sobre todo en caso de producirse diariamente por periodos largos; por este motivo, se deben evitar las sacudidas perceptibles en el entorno habitacional. En situaciones distintas, por ejemplo durante la estadía pasajera en una unidad de transporte público, se consideran claramente aceptables las sacudidas de mucha mayor potencia o aun se perciben como placenteras.

5.5.5.2 Evaluación de los impactos

Para la evaluación de los impactos de sacudidas en el entorno habitacional como consecuencia de las instalaciones de una empresa del vecindario se aplican las disposiciones de la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones. Los valores referenciales de la norma DIN 4150-2[569] delimitan el umbral entre efectos ambientales nocivos o inofensivos. Si bien no se define un valor rígido, constituye una base adecuada para la evaluación de la inmisión a partir de las particularidades

567 Ib.

568 Ib.

569 Ib.

de cada caso individual. La tabla 25 indica valores de inmisión según el tipo de uso (definido por el plan de urbanización) y el horario de la presencia del efecto.

Tabla 25. Alemania: valores de inmisión para la evaluación de inmisiones por vibraciones en viviendas y espacios de uso similar según la norma DIN para vibraciones

Lugar	Diurno			Nocturno		
	Valor inferior (lW_u)	Valor superior (lW_o)	Valor de referencia (l_r)	Valor inferior (lW_u)	Valor superior (lW_o)	Valor de referencia (l_r)
Lugar afectado por inmisiones: entorno cuenta eventualmente en casos especiales con viviendas para el propietario, directivos o personal de vigilancia, o espacios para emergencias (véase áreas industriales, artículo 9 de la Ordenanza sobre Uso del Suelo)	0,40	6	0,20	0,30	0,60	0,15
Lugar afectado por inmisiones: entorno mayormente comercial (véase áreas comerciales, artículo 8 de la Ordenanza sobre Uso del Suelo)	0,30	6	0,15	0,20	0,40	0,10
Lugar afectado por inmisiones: entorno no es mayormente comercial ni habitacional (véanse zonas núcleo, artículo 7; zonas mixtas, artículo 6; localidades rurales, artículo 5, de la Ordenanza sobre Uso del Suelo)	0,20	5	0,10	0,15	0,30	0,07
Lugar afectado por inmisiones: entorno mayor o exclusivamente habitacional (véanse área habitacional exclusiva, artículo 3; área habitacional general, artículo 4; microzona habitacional, artículo 2, de la Ordenanza sobre Uso del Suelo)	0,15	3	0,07	0,10	0,20	0,05
Lugar afectado por inmisiones: requiere protección especial, por ejemplo clínicas, sanatorios, etc.	0,10	3	0,05	0,10	0,15	0,05
Valores de evaluación según DIN 4150-2	KBF_{max}	KBF_{max}	KBF_{Tr}	KBF_{max}	KBF_{max}	KBF_{Tr}

Según la sección 6.2 de la norma DIN 4150-2[570], para la evaluación de inmisiones se aplica lo siguiente:

- KBF_{max} < valor de inmisión inferior (IW_u) → cumple requerimiento.
- KBF_{max} > valor de inmisión superior (IW_o) → no cumple requerimiento.
- En caso de efectos ocasionales y de corta duración: $KBF_{max} < IW_o$ → cumple requerimiento.
- En caso de efectos más frecuentes y donde $KBF_{max} > IW_u$, pero $\leq IW_o$ → en casos especiales se requiere de evaluación adicional para tomar una decisión.

570 Ib.

Por lo general, al respetar estos valores tampoco los efectos secundarios deberían suscitar molestias significativas. Sin embargo, si en circunstancias determinadas hubiese efectos secundarios de importancia que no se pudiesen solucionar de forma sencilla (por ejemplo, resonancias) se requiere la investigación del caso. Para la evaluación del sonido secundario emitido por la oscilación de superficies en los ambientes se aplica la normativa acústica correspondiente (en especial la Instrucción Técnica para la Protección contra el Ruido) y la norma DIN 45680[571] en caso de inmisiones de sonidos de baja frecuencia[572].

5.5.6 Luz

Dagmar Hildebrandt

5.5.6.1 Descripción e investigación de impactos relevantes para la salud

La luz es vital para la vida humana y la naturaleza. La luz natural del Sol y su periodicidad determinan importantes procesos vitales en la Tierra. En las noches contamos con diferentes fuentes de luz artificial para garantizar la seguridad y el bienestar del ser humano, la cual generalmente es bienvenida (por lo menos por los responsables de encenderla). Debido al gran número de fuentes de luz artificial, incluyendo luces dirigidas hacia el firmamento, la luz en la actualidad afecta al medio ambiente y causa importantes cambios de las condiciones naturales de luminosidad[573].

La Ley Federal para la Protección contra Inmisiones clasifica las inmisiones de luz como efecto adverso medioambiental cuando, por tipo, potencia o duración, generan peligros, perjuicios o molestias significativas para el público en general. El LAI ha publicado sugerencias para la medición y la evaluación de las inmisiones luminosas (normativa para la luz) y definido procedimientos para la determinación de inmisiones luminosas de fuentes artificiales y su posible clasificación como "molestia significativa" en el sentido de lo que establece la mencionada ley.

Para investigar las inmisiones luminosas se utilizan valores fotométricos basados en la longitud de la onda de luz, que es una característica importante para la percepción de la luminosidad por el ojo humano; no se emplean características físicas como nivel energético o potencia. Por lo general, estos valores fotométricos se miden en el lugar de inmisión durante el horario de oscuridad, tratando de evitar interferencias en la medición como nieve, lluvia o neblina; es decir, se miden y evalúan las emisiones de luz de los equipos de iluminación observados durante su operación regular.

Existen dos ámbitos de impacto en los cuales las inmisiones luminosas o la contaminación luminosa se pueden considerar como "efecto adverso": la iluminación del interior de ambientes habitacionales y el deslumbramiento.

571 DIN 1997a.

572 LAI 2000.

573 LANUV NRW 2012.

Es posible que existan limitaciones o que sea imposible usar determinadas áreas habitacionales como consecuencia de la iluminación artificial no deseada procedente del vecindario. Se evalúa esa iluminación midiendo el nivel promedio (E) a la altura de la ventana[574]. La iluminación vertical promedio (EV) en la unidad lux (lx), equivalente a un lumen por m^2, se refiere a la iluminación artificial de ambientes interiores causada por la instalación evaluada en el lugar de inmisión.

El deslumbramiento es una perturbación de la percepción visual por una potente fuente de luz dentro del campo visual; se distingue entre deslumbramiento fisiológico y psicológico. En el caso del deslumbramiento fisiológico la luz difusa dentro del ojo reduce la visión, un efecto que no tiene mayor importancia si se trata de inmisiones en el entorno habitacional. En este contexto, se evalúa el deslumbramiento psicológico como distracción o molestia, aunque en realidad no afecte la visión. Esta molestia se origina cuando una potente fuente desvía continuamente la visión en forma involuntaria hacia determinada dirección. La gran diferencia entre la luminancia de dicha fuente de luz y el entorno exige la adaptación del ojo a la intensidad respectiva de la luz. Para determinar el nivel de molestia ocasionada por el deslumbramiento por causa de la fuente de luz se calcula la luminancia (L) de dicha fuente[575].

Para evaluar los efectos del deslumbramiento se miden los siguientes factores en el lugar de la inmisión:

- La luminancia L_s de la fuente de luz correspondiente, en candela (cd) por m^2 como promedio considerando el ángulo espacial.
- La luminancia L_u del entorno (cd/m^2) en un ángulo de ± 10° alrededor de la fuente de luz.
- El ángulo espacial Ω_s en la unidad steradiant (sr) del haz de la fuente de luz visible desde el lugar de inmisión (tamaño aparente de la fuente de luz).

5.5.6.2 Evaluación de los impactos

El LAI define esquemas de evaluación y valores de inmisión para inmisiones de luz y las molestias generadas tomando en cuenta la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones[576]. Los valores determinados por medición no deben exceder dichos parámetros para emisiones constantes de luz de color blanco, presentes por lo menos por más de una hora y más de dos veces por semana. En caso de periodos o de frecuencias de uso que sean inferiores a lo indicado se pueden aceptar valores de inmisión superiores en determinados casos.

Se trata de luz intermitente cuando la emisión desde la fuente de luz experimenta variaciones significativas dentro de periodos de 5 minutos. Si es así, se evalúa la iluminación máxima en un determinado tiempo medida como E_s, o la luminancia medida como L_s, para compararlas con el valor de inmisión permitido. Para

574 Así lo considera el Estado de Sajonia (Sächsische Staatskanzlei). Véase la sección „Umwelt, Lärm, Licht, Erschütterungen, elektromagnetische Felder" del portal electrónico de ese gobierno estadual en <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/2764.htm>.

575 Ib.

576 LAI 2000.

cambios veloces de luminosidad, destellos de luz y secuencias rápidas se multiplican los valores medidos por un factor de entre 2 y 5.

DESLUMBRAMIENTO

El efecto psicológico del deslumbramiento depende de la luminancia en el lugar de inmisión de la fuente de luz. Este efecto se incrementa cuando crece el ángulo espacial hacia la fuente de luz visible, pero disminuye con el aumento de la luminosidad en el área inmediatamente circundante a la fuente de luz (luminancia de fondo).

El valor de inmisión recomendado se define por la máxima luminancia promedio tolerable L_{max} de una luminaria y se calcula individualmente para cada lugar, tomando en cuenta el ángulo espacial y la luminancia ambiental presente. El valor calculado L_{max} se compara con el valor promedio de luminancia. El procedimiento no es del todo exacto, por lo cual el LAI recomienda que las autoridades inicien acciones cuando se supere el valor de inmisión límite en 40 %[577].

Tabla 26. Alemania: factores de proporcionalidad k para la determinación de la luminancia máxima media permitida durante las horas de oscuridad

Zonificación y características del lugar de inmisión según la Ordenanza sobre Uso del Suelo	Factor de proporcionalidad k		
	6:00 a 20:00 h	20:00 a 22:00 h	22:00 a 6:00 h
Entorno de sanatorios, clínicas, asilos de ancianos o similares	32	32	32
Microzona habitacional: artículo 2 Zona habitacional exclusiva: artículo 3 Zona habitacional general: artículo 4 Zona habitacional especial: artículo 4a Zona recreativa: artículo 10	96	64	32
Localidad rural: artículo 5 Zona mixta: artículo 6	160	160	32
Zona núcleo: artículo 7 Zona comercial: artículo 8 Zona industrial: artículo 9	—	—	160

ILUMINACIÓN NO INTENCIONAL DE AMBIENTES INTERIORES

Para evaluar la iluminación no intencional de ambientes interiores se determina la luminosidad vertical promedio E_s, que se mide en la terraza o en las ventanas. Este valor promedio de una determinada fuente de luz no debe exceder los valores de inmisión E_v indicados en la tabla 27. El procedimiento no es completamente exacto, por lo cual el LAI recomienda que las autoridades inicien acciones cuando se supere el valor de inmisión límite en 10 %[578].

577 Ib.

578 Ib.

Tabla 27. Alemania: valores (límite) de inmisión para la luminosidad vertical Ev en (lx) durante las horas de oscuridad

Zonificación y características del lugar de inmisión según la Ordenanza sobre Uso del Suelo	Luminosidad vertical máxima Ev	
	6:00 a 22:00 h	22:00 a 6:00 h
Entorno de sanatorios, clínicas, asilos de ancianos o similares	1 lx	1 lx
Microzona habitacional: artículo 2 Zona habitacional exclusiva: artículo 3 Zona habitacional general: artículo 4 Zona habitacional especial: artículo 4a Zona recreativa: artículo 10	3 lx	1 lx
Localidad rural: artículo 5 Zona mixta: artículo 6	5 lx	1 lx
Zona núcleo: artículo 7 Zona comercial: artículo 8 Zona industrial: artículo 9	15 lx	5 lx

5.6 Determinantes biológicos

Dirk Heller

5.6.1 Factores de influencia y mecanismos de acción

Los microorganismos están presentes en todo el medio ambiente, donde cumplen muchas funciones importantes; sin embargo, una parte de estos microorganismos, entre ellos algunos cientos de tipos de bacterias, virus y hongos (moho), son causantes (potenciales) de enfermedades. En total conocemos en la actualidad aproximadamente 6000 especies de bacterias y 120 000 especies de hongos, que se distinguen por su morfología. Las bacterias miden entre 0,2 µm y 4 µm y se adaptan con gran facilidad a diferentes ambientes. Los hongos miden entre 2 µm y 100 µm.

El VDI define el término bioaerosoles, por ejemplo lineamientos VDI 4251 Hoja 1 (2007-02), VDI 4252 Hoja 2 (2004-06) y VDI 4253 Hoja 2 (2004-06)[579], así:

> ... son toda clase de acumulaciones de partículas en suspensión en el aire. Contienen o generan hongos (esporas, partes de hifas, conidias), bacterias, virus y/o polen de plantas (o elementos de la pared celular) y productos metabólicos (por ejemplo, endotoxinas, micotoxinas) de los organismos mencionados.

Gran parte de los bioaerosoles son de origen natural y se generan, por ejemplo, a partir de las hojas en descomposición o el moho en áreas húmedas, y están omnipresentes en el entorno del ser humano. Por otro lado, las instalaciones indus-

579 VDI 2007, 2004a y 2004b.

triales y comerciales pueden emitir algunos bioaerosoles al medio ambiente. Entre los principales emisores se cuentan las granjas de animales (por ejemplo, criaderos de cerdos o aves), al igual que las instalaciones dedicadas al tratamiento de residuos sólidos y en especial residuos biológicos (preparación de compost). Las investigaciones indican que los bioaerosoles de criaderos de animales se desplazan por cientos de metros hacia los alrededores. Existe un estudio de la LANUV NRW que determina una distancia de hasta 350 m en el caso de criaderos de cerdos y de hasta 500 m en el de gallinas ponedoras[580].

Gracias a los insistentes reclamos de los vecinos de instalaciones emisoras de bioaerosoles y a las mayores exigencias de la normativa legal para la protección contra inmisiones en procesos de autorización y supervisión se ha generado una discusión acerca de los posibles efectos adversos de los bioareosoles para la salud. La controversia se centra en los riesgos de alergias, intoxicaciones e infecciones por inhalación de bioaerosoles.

5.6.2 Impactos para la salud

La literatura especializada describe exhaustivamente los posibles efectos adversos para la salud por causa de la exposición a bioaerosoles. En general, se conocen tres grandes grupos de efectos de los bioaerosoles: infecciones, alergias e intoxicaciones. Mücke y Lemmen ofrecen una completa presentación de los riesgos para la salud como consecuencia de los bioaerosoles[581].

Sin embargo, hasta la fecha se carece de información suficiente sobre los efectos nocivos para la salud de la población en el entorno de emisores de bioaerosoles, por ejemplo criaderos de animales o instalaciones para el tratamiento de residuos sólidos biológicos (compost). La información existente proviene en su mayor parte de los resultados de cuatro estudios epidemiológicos y ambientales. Un estudio corresponde al caso de criaderos de animales y sus impactos en el sistema pulmonar en el Estado Federado de Baja Sajonia (NiLs)[582]. Los otros estudios corresponden al proyecto sobre enfermedades respiratorias y alergias en niños de nivel inicial en una zona rural (AABEL)[583], a casos de criaderos de animales en los Países Bajos[584] y de una planta de tratamiento de residuos sólidos del Estado Federado de Hesse, este último elaborado por el Ministerio de Ambiente, Energía, Juventud, Familia y Salud (HMUEJFG) de ese estado federado[585].

De acuerdo con el estudio del NiLS se pudo demostrar una disminución de las funciones pulmonares en adultos jóvenes residentes en el entorno de un gran número de empresas dedicadas al engorde de animales (más de 12 establos en un radio de 500 m). Según los autores, esta deficiencia pulmonar y la presencia de sonidos sibilantes en la respiración podrían ser los primeros indicios de una

580 Heller & Köllner 2007.

581 Mücke & Lemmen 2008.

582 Radon 2004.

583 Hoopmann *et al.* 2004.

584 Heederik & Ijzermans 2011.

585 HMUEJFG 1999.

enfermedad pulmonar obstructiva crónica en desarrollo en este grupo de adultos jóvenes. Por otro lado, la incidencia de enfermedades alérgicas del grupo examinado estuvo por debajo de los niveles observados en la población urbana. A partir de los resultados del estudio del NiLS, los autores concluyeron que en este caso posiblemente la alta densidad de criaderos de animales superó el umbral de efectos adversos para la población del entorno. Considerando que se trata del primer caso confirmado de deficiencias pulmonares, los autores sugieren otras investigaciones para su comprobación[586].

El estudio sobre el proyecto AABEL evaluó la prevalencia de enfermedades respiratorias y atopías[587] en niños con domicilio en la cercanía de establos de animales. Este estudio mostró una relación insignificante para los riesgos de salud y la exposición a bioaerosoles procedentes de los establos. En los casos de niños con sensibilidad promedio, no se detectaron riesgos elevados de contraer una de las enfermedades evaluadas. Sin embargo, al aumentar la exposición de niños con predisposición familiar se comprobó un ligero aumento de síntomas asmáticos que fue significativo a nivel estadístico. Por otro lado, se comprobó una relación inversa entre la exposición a bioaerosoles de establos y la probabilidad de sensibilización frente a alérgenos inhalados. Según los autores, estas tendencias aún se deben confirmar, ya que un estudio transversal como el realizado sobre el proyecto AABEL no establece las relaciones causales en forma fehaciente[588].

Los autores de otro estudio reciente realizado en los Países Bajos afirman haber comprobado tanto efectos negativos como positivos en el entorno de criaderos de animales[589]. Se detectó una relación inversa entre la cercanía del domicilio a criaderos de animales y la exposición a PM_{10} de estos y enfermedades como asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, infecciones del sistema respiratorio superior y fiebre de heno. Para similares niveles de exposición, se detectó una relación positiva para la presencia potencial de la fiebre de Q (fiebre de query, bacteria Coxiella burnetii). La presencia de ovejas y cabras dentro de un radio de un km del domicilio resultó una causa importante de este tipo de fiebre en adultos. El estudio muestra, además, que existe un riesgo elevado de infección para personas con enfermedades respiratorias crónicas.

Para un estudio realizado en el Estado Federado de Hesse en 1997, se midieron las concentraciones de bioaerosoles (total de bacterias, moho, actinomicetas termófilas, endotoxinas y compuesto orgánicos volátiles microbianos [MVOC]) en los alrededores de tres plantas elaboradoras de compost. Paralelamente, se registraron mediante encuestas las molestias experimentadas por los residentes, sus problemas de salud y síntomas[590]. En comparación con un grupo de control

586 Radon 2004.

587 Atopía es la tendencia individual y/o familiar a incrementar la sensibilidad alérgica y reaccionar con la producción de determinadas proteínas o anticuerpos IgE, incluso por exposición a bajas dosis de sustancias. En consecuencia, dichos individuos tienden a desarrollar ciertos síntomas, por ejemplo asma (Mücke & Lemmen 2008).

588 Hoopmann *et al.* 2004.

589 Heederik & Ijzermans 2011.

590 HMUEJFG 1999.

sin exposición, estos vecinos tuvieron mayor grado de molestias en el sistema respiratorio y las mucosas, pero no indicaron mayor número de alergias o infecciones. Los autores detectaron relaciones significativas para el nivel de exposición superior (distancias de 150 m a 200 m) y problemas de salud como bronquitis, tos nocturna, dificultad de respirar en momentos de descanso o actividad física, tos en las mañanas o durante el día, dolor de ojos, cansancio y escalofríos. Ellos clasifican estas dificultades respiratorias como síndrome de irritación de membranas mucosas (MMIS)[591].

La presencia de bioaerosoles (sea de la ganadería o de la producción de compost) muchas veces se relaciona con la existencia de malos olores[592]. Los grupos investigados por el estudio en el estado de Hesse no sufrieron exposición a bioaerosoles, pero si declararon olores molestos. Tampoco presentaron un aumento en las irritaciones de las vías respiratorias, pero sí una mayor incidencia de molestias en los ojos y en general[593]. Un estudio de comprobación demostró que el grupo expuesto mostró mayor presencia de molestias en comparación con el grupo de control no expuesto en ningún momento, incluso luego de terminar la exposición (microorganismos y olores). En general, el promedio del índice total de molestias en las personas expuestas superó el valor del grupo de control. La prevalencia de molestias individuales demostró una distribución heterogénea entre el grupo expuesto y el grupo de control[594].

Estos estudios médicos sobre el medio ambiente muestran la presencia de los mismos efectos para la salud por concentraciones ambientales de bioaerosoles presentes en el entorno de instalaciones emisoras, que se conocen también por exposición en el entorno laboral. En general, los conocimientos actuales indican una relación entre riesgos elevados para la salud de los residentes del entorno y la presencia y la concentración de (diferentes) bioaerosoles. Sin embargo, esta relación es insuficiente y no permite establecer una relación causal entre exposición y efecto.

5.6.3 Indicadores para la descripción, fuentes de datos, técnicas de pronóstico

Para la medición se distingue entre microorganismos que se pueden cultivar y otros. Los primeros son componentes vivos con capacidad reproductiva, los segundos, componentes muertos de origen biológico. Se aplican los siguientes parámetros para las mediciones de emisiones o inmisiones de microorganismos con capacidad reproductiva contenidos en el aire: VDI 4253 Hoja 2 (2004-06[595]) y VDI 4253 Hoja 3 (2008-08)[596]: cantidad total de hongos (25 ± 2) °C, moho tolerante al calor (37 ± 2) °C y comprobación de la especie individual Aspergillus fumigatus (45 ± 2) °C; número total de bacterias (36 ± 2) °C y (22 ± 2) °C, estafilococos y

591 Herr *et al.* 2003.

592 Herr *et al.* 2009; Schiffmann 1998.

593 Herr *et al.* 2003.

594 Herr *et al*. 2004.

595 VDI 2004b.

596 VDI 2008a.

actinomicetas termófilas. Las concentraciones medidas se indican en unidades formadoras de colonias (KBE) por m^3 de aire.

Por la importancia médica ambiental de las endotoxinas para los seres humanos se determina el nivel de estas como indicador de sustancias producidas luego de la muerte de microorganismos. Las endotoxinas son partes de células muertas de bacterias gramnegativas (estructura de lipopolisacárido [LPS] y otros componentes de las paredes celulares bacterianas, por ejemplo proteínas). Las concentraciones de endotoxinas se indican en unidades de endotoxinas (EU) por m^3 de aire, donde usualmente 10 EU equivalen a 1 ng/m^3.

Para determinar el número total de células se miden los microorganismos que se pueden cultivar y aquellos que no son cultivables, para luego indicar el número de células por m^3. En este caso no se puede distinguir entre microorganismos vivos y muertos. La diferenciación de géneros y especies es posible solo en forma limitada (VDI 4253 Hoja 4 [2013-02])[597].

Actualmente existen varios lineamentos del VDI para métodos de muestreo y análisis y para la determinación de emisiones e inmisiones de bioaerosoles. Para mayor información se recomienda el portal electrónico de esta institución[598]. Aplicando los lineamentos VDI 4251 hasta VDI 4257 y otras disposiciones legales se pueden establecer estándares para instrumentos y procedimientos de medición que permiten obtener resultados reproducibles y comparables de las mediciones en los cálculos de concentraciones.

En el anexo de algunos de los lineamentos VDI, por ejemplo VDI 4251 Hoja 1 (2007-02), se incluye una tabla que indica los parámetros (bioaerosoles) a medir de acuerdo con la clase de instalación emisora[599].

5.6.4 Parámetros de evaluación

No existen valores respecto del umbral de actuación para bioaerosoles que se basen en hallazgos derivados de estudios toxicológicos o epidemiológico-ambientales. A la fecha no ha sido posible establecer la relación dosis-efecto necesaria. Por lo mismo, se carece de una escala de evaluación que garantice la protección contra peligros para la salud humana (véanse los valores de inmisión según la Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire), y que se pueda aplicar en procedimientos de autorización respetando las disposiciones de la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones o la propia Instrucción Técnica sobre la Calidad del Aire. Las contribuciones científicas actuales acerca de la problemática de evaluación de bioaerosoles coinciden en sugerir el valor de base presente en el lugar como orientación[600].

La Comisión para la Prevención de Contaminación del Aire (KRdL) del VDI y el DIN se encarga de la evaluación de los efectos de bioaerosoles para la salud. Se

597 VDI 2013a.

598 Véase <http://www.vdi.de/bioaerosole>.

599 VDI 2007.

600 Eikmann *et al.* 2006.

acordaron criterios de evaluación en la versión preliminar de la norma VDI 4250 Hoja 1 (2009-11)[601]. La comisión corrigió este borrador y presentó una versión actualizada (preliminar) en VDI 4250 Hoja 1 (2011-11)[602].

Una concentración de inmisiones superior al valor de base existente se considera como exposición adicional. De acuerdo con los conocimientos actuales, tal incremento puede constituir un riesgo adicional para la salud, en especial para grupos de personas vulnerables; sin embargo, en la actualidad no es posible cuantificarlo. Por otro lado, en contra del principio de prevención, se permitiría de manera implícita un riesgo adicional potencialmente alto al no limitar la exposición. Considerando el principio de prevención, parece necesario minimizar el riesgo, incluso al no poder cuantificarlo en forma fehaciente y carecer de información acerca de las relaciones causa-efecto. Por eso, desde el punto de vista médico ambiental, no es deseable incrementar la concentración de inmisiones por encima del valor de base existente, aun sin tener datos concretos y cuantitativos sobre el riesgo de salud. La disminución o la evitación de concentraciones elevadas de bioaerosoles son medidas de prevención para impedir un potencial perjuicio evitable. Esta fórmula para la evaluación no guarda relación con la protección contra peligros para la salud humana.

5.6.5 Otras indicaciones

5.6.5.1 Necesidad de un control de la salud ambiental

Cuando se prevé la exposición de seres humanos, se requiere la evaluación médica ambiental de bioaerosoles según norma VDI 4250 Hoja 1 (2011-11)[603]. Por lo general, esto se aplica en áreas de influencia de la instalación a evaluar en las cuales permanecen personas en forma continua. Por otro lado, cuando se tenga indicios de efectos para la salud por exposición a bioaerosoles se requiere de una evaluación; en tales casos se resumen las observaciones y los indicios para considerar la necesidad de una evaluación médica ambiental. Los indicios pueden ser, por ejemplo:

- Distancia entre el domicilio y la instalación emisora (por ejemplo, empresas de avicultura < 500 m; criaderos de cerdos < 350 m).
- Condiciones climáticas desfavorables.
- Cercanía de otras instalaciones emisoras.
- Uso sensible (por ejemplo, hospitales).
- Inusual número de reclamos de ciudadanos por efectos adversos para su salud.

601 VDI 2009b.

602 VDI 2011b.

603 Ib.

5.6.5.2 Modo de proceder durante un control de salud ambiental

Al haber suficientes indicios que justifiquen la evaluación, se procede con la medición de las concentraciones de inmisión (nivel de base, contaminación adicional, contaminación total) para determinar si los resultados superan el nivel de base.

Si la contaminación total fuese igual o inferior al nivel de base, se concluye que la instalación emisora de bioaerosoles no genera efectos adversos para la salud. Si la contaminación total superase el nivel de base se presume un efecto no deseable desde el punto de vista médico ambiental y se recomiendan medidas para disminuir la emisión. Al planificar habría la posibilidad de incrementar la distancia entre la instalación y el entorno habitacional más cercano para lograr mejores valores de inmisión dentro del rango de los niveles de base según VDI 4250 Hoja 1 (2011-11)[604].

Esa norma define el nivel de base como punto de partida y criterio de evaluación. Este valor se establece midiendo el nivel de base de las diversas concentraciones. El VDI define el nivel de base como concentración presente de bioaerosoles en el aire exterior, sin considerar la instalación evaluada ni otras fuentes antropogénicas. Por lo tanto, se trata de la concentración de base natural y no de la concentración que incluye una contaminación previamente existente.

Para la evaluación médica ambiental se consideran parámetros representativos, por ejemplo estafilococos. Estos organismos forman parte de los bioaerosoles como consecuencia de emisiones y tienen un impacto en la salud humana. Además, normalmente no están presentes en el medio ambiento o solo lo hacen en concentraciones mínimas. Los parámetros totales (por ejemplo, número total de bacterias u hongos) no son de gran importancia para la evaluación médica ambiental, aunque constituyen indicadores generales para describir la higiene. Se recomienda la medición de los contenidos de bacterias y hongos con el fin de validar la evaluación.

Los procedimientos detallados para una evaluación médica ambiental se indican en VDI 4250 Hoja 1 (2011-11)[605], en la que se incluye también el esquema de evaluación completo. En la actualidad, el VDI está revisando el borrador. Probablemente se recomendará la determinación de parámetros representativos para la evaluación. Una posibilidad serían los estafilococos (Staphylococcus aureus) porque no suelen estar presentes en la naturaleza o solo lo hacen en concentraciones tan bajas que no arrojan resultados al analizar el nivel de base.

5.6.5.3 Determinación de la carga de inmisiones

Para realizar una evaluación médica ambiental de acuerdo con las indicaciones anteriores se requiere la determinación fehaciente de la contaminación por inmisiones, es decir, las características de la inmisión (nivel de base, contaminación

604 Ib.

605 Ib.

adicional, contaminación total). El lineamento VDI 4251 Hoja 3 (2013-07[606]) indica condiciones generales para calcular la distribución y determinar la contaminación adicional. En el lineamento VDI 4251 Hoja 1 (2007-02[607]) se estalecen las bases para la planificación y la ejecución de mediciones de inmisión a partir de determinadas instalaciones, las cuales deben realizarse al mismo tiempo que las mediciones del nivel de base. En los procesos de planificación de instalaciones se aplica la norma VDI 4251 Hoja 2 (2014-07[608]) para determinar los niveles de base de las concentraciones.

Finalmente, se debe destacar que el LAI propone desarrollar un método estándar unificado para evaluar la contaminación por bioaerosoles con el fin de proteger la salud humana. Dicho método deberá aplicarse con fines legales para la protección contra inmisiones en procedimientos de autorización.

5.7 Exposiciones múltiples

Wilfried Kühling

5.7.1 Descripción de los problemas y clasificación

El término exposiciones múltiples se usa a menudo para describir la acumulación de efectos nocivos. Comprende la suma de los diferentes efectos nocivos presentes, la cual eventualmente puede resultar en un efecto total superior a los efectos individuales. El efecto combinado es el resultado del conjunto de efectos individuales y se entiende como un complejo de influencias.

5.7.1.1 Situación actual de la discusión

Hasta la fecha, las investigaciones médicas ambientales de los efectos se dirigen básicamente hacia la identificación de causas específicas de sustancias nocivas. Sin embargo, se cuenta con varios estudios que indican una tendencia clara a la acumulación de diferentes perjuicios ambientales y a la posible necesidad de sumar diferentes factores de carga. Con el fin de tomar en cuenta las exposiciones múltiples se podrían establecer disposiciones legales específicas. Por otro lado, actualmente se carece de información científica cuantitativa ya comprobada.

Desde hace bastante tiempo se realizan estudios acerca de los efectos combinados de los agentes nocivos del medio ambiente. En un informe sobre el estado actual del conocimiento sobre el tema[609] se presentan los resultados de un gran número de estudios científicos que analizan los efectos combinados de mezclas de sustancias en organismos acuáticos y terrestres. Se concluye que la toxicidad de la mezcla supera la toxicidad de cada sustancia individual.

606 VDI 2013c.

607 VDI 2007.

608 VDI 2014.

609 Kortenkamp *et al.* 2009.

Actualmente, solo 4 de 21 directivas de la UE consideran los efectos de mezclas de sustancias. La evaluación se enfoca en sustancias individuales y subestima la potencial peligrosidad de las mezclas. Mientras tanto, la UE está discutiendo este enfoque, que ha limitado hasta ahora la evaluación y la restricción a los componentes dañinos individuales y no satisface las expectativas legales[610]. Esta discusión debe también considerar el hecho de que la UE trata de garantizar un alto nivel de protección respetando los principios de prevención y precaución.

5.7.1.2 Dificultades para la evaluación de exposiciones múltiples

La consideración de exposiciones múltiples a diferentes agentes nocivos del medio ambiente (sean químicos, físicos, psíquicos o sociales) y sus efectos combinados constituye un reto especial para la medicina. La gran variedad de situaciones personales (estado de salud física y psíquica, daños preexistentes, etc.) y su relevancia para la reacción del organismo ante la exposición adicional dificultan el diagnóstico y su validación.

Otra causa de esta situación reside en la responsabilidad del Parlamento Federal (Bundestag) y los parlamentos estaduales (Landtags) de crear disposiciones legales vinculantes a partir de un amplio rango de estudios o efectos no claramente definidos. Usualmente, estas disposiciones legales brindan indicaciones de medidas recomendables o prohibiciones e instrucciones claras para su ejecución. Para garantizar la seguridad jurídica se requieren valores cuantificables, mensurables y controlables. Es necesario contar con valores numéricos unidimensionales a los que acompañen determinadas sanciones. En este sentido, el carácter interactivo, diversificado y no siempre cuantificable de la actuación de las sustancias nocivas medioambientales es un gran reto.

Otro problema reside en que la investigación, la evaluación de riesgos y la promulgación de leyes se basan en la exigencia científica de contar con relaciones causales (comprobadas y validadas) para relacionar un determinado agente nocivo con un efecto adverso individualizado. Al evaluar efectos combinados se debe considerar:

- La interrelación o el efecto combinado de los agentes físicos o químicos correspondientes.
- La interrelación o la superposición de diferentes factores de influencia como ruido, radiación o sustancias dañinas.

A continuación se trata en especial los efectos en el exterior de ambientes cerrados[611].

610 En un comunicado de la Comisión Europea, del 31 de mayo de 2012, acerca de los efectos combinados de sustancias y mezclas químicas se plantearon las primeras propuestas para tomar en cuenta estos efectos en el futuro (UE-Kommission 2012).

611 La Ley Federal para la Protección contra Inmisiones (que define las sustancias nocivas importantes que afectan la salud humana y otros bienes medioambientales) menciona los exteriores en los capítulos 5.4.3 (contaminación del aire), 5.5.3 (ruidos) y 0 (radiación ionizante).

5.7.2 Impactos combinados de agentes nocivos para el medio ambiente

La definición del término "agente nocivo del medio ambiente" se refiere a factores externos que afectan al ser humano[612].

5.7.2.1 Efectos combinados de agentes nocivos

Se distinguen diferentes clases de efectos:

- Efectos sinérgicos (superiores a los efectos aditivos): se pueden producir de distinta forma.
- Efectos antagónicos (inferiores a los efectos aditivos): al igual que los efectos sinérgicos, pueden tener causas químicas o biológicas.
- Efectos aditivos: a diferencia de los primeros dos, los productos químicos A y B con efecto aditivo actúan en el mismo punto y de igual manera sobre la célula.

El efecto aditivo no se puede determinar por la simple suma de los efectos de la sustancia A y de la sustancia B. Para explicar mejor la importancia del tema, servirá el ejemplo que se expone a continuación.

Witte[613] se refiere a investigaciones acerca del efecto combinado sinérgico de mezclas de 4 a 8 componentes químicos con efectos no específicos y concentraciones no tóxicas a nivel individual. Para determinar la toxicidad midió el crecimiento de células humanas (fibroblastos) y llegó al siguiente resultado:

- A pesar de que los componentes individuales no eran tóxicos, todas las mezclas sí lo fueron.
- Cuanto mayor el número de sustancias en la mezcla, mayor la toxicidad.
- Al calcular los efectos combinados, todas las mezclas mostraron un comportamiento sinérgico. Esto contradice la opinión generalizada que presume un efecto aditivo en caso de sustancias con efectos no específicos.

Al observar el contexto global de estas conclusiones destacan dos hechos[614]:

- El procedimiento actual para la regulación de efectos adversos para la salud por factores del medio ambiente en función de la evaluación de sustancias individuales (determinación de valores límite con base en relaciones causales comprobables) es deficiente. En presencia de varias sustancias nocivas es necesario tomar en cuenta sus efectos combinados, tal como recomienda actualmente la Comisión Europea. Además, los gobiernos deben ampliar y concretar su compromiso con el principio de prevención, considerando posibles efectos combinados y exposiciones múltiples.
- Mientras no se cuente con valores comprobables para una determinada exposición múltiple, y por lo tanto no existan estándares adecuados, se debe

612 Además se producen efectos psíquicos y sociales relevantes para la salud.

613 Witte 2012.

614 Kühling 2012.

aplicar el principio de prevención a escala internacional y nacional para limitar los posibles efectos adversos. En los casos de decisiones discrecionales, que toman en cuenta los efectos para el medio ambiente y la salud (por ejemplo, en procesos de planificación u ordenamiento territorial), los actuales conocimientos son suficientes para exigir la consideración adecuada de las exposiciones múltiples.

5.7.2.2 Métodos para la estimación de la toxicidad de mezclas

Ya existen métodos para la descripción del riesgo de las mezclas, por lo general se basan en el modelo ya mencionado de concentración aditiva[615]. De esta forma se puede evaluar una mezcla, por ejemplo sumando las probables concentraciones ambientales y la concentración referencial supuestamente segura. Algunas autoridades medioambientales e instituciones de investigación ya cuentan con experiencia práctica en la evaluación de mezclas[616].

Aún falta desarrollar dichos conceptos para el modelamiento cuantitativo y cualitativo de interacciones entre productos químicos y factores físicos. Las actuales investigaciones acerca de efectos combinados y exposiciones múltiples muestran que se deben desarrollar normas de protección aplicables a los seres humanos y al medio ambiente. La Comisión Europea intenta aplicar estos hallazgos[617], con base en las recomendaciones de las comisiones científicas:

- En los casos en que existe información sobre un efecto parecido de determinadas sustancias nocivas, se aplica el principio aditivo para las dosis y las concentraciones. También en el caso de que el modo de acción sea desconocido por norma general se prefiere el principio aditivo para las dosis y las concentraciones con el fin de garantizar un adecuado nivel de protección y una evaluación conservadora.
- Los efectos ambientales por exposición a mezclas de sustancias con diferentes tipos de actuación en concentraciones bajas, pero potencialmente significativas, deben considerarse como posiblemente peligrosos, aunque la concentración de cada sustancia individual se mantenga por debajo del umbral de efectividad.

En caso de sustancias nocivas individuales es usual exigir pruebas de la relación causa-efecto para determinar un valor límite. Este concepto es cuestionable cuando se cuenta, por ejemplo, con indicios importantes basados en estudios científicos que exigen una determinación[618].

615 Kortemkamp *et al.*, 2009, 159 y siguientes.

616 Kortenkamp *et al.* 2009, 14.

617 EU Kommission 2012.

618 Ejemplo: Si bien se ha comprobado estadísticamente un riesgo significativo de contraer leucemia en la infancia por efectos de campos magnéticos alternantes debajo de líneas de transmisión, no se han fijado todavía valores límite porque posiblemente exista un efecto combinado de varios factores que aún no se logra comprender (Geschwentner & Pölzl 2011; Kühling 2012).

5.7.2.3 Efectos combinados del ruido

Como ya se ha expuesto exhaustivamente en el capítulo 4.5.3, el sistema normativo vigente para la protección contra ruidos se enfoca en determinadas fuentes individuales que se evalúan en forma aislada. Raras veces se realiza una evaluación sumatoria en el lugar receptor afectado para considerar todos los efectos de las inmisiones acústicas, aunque sean paralelamente emitidas por diferentes emisores de sonido. De igual forma, se aplica el mapa estratégico de ruidos[619] solamente en casos específicos para evaluaciones globales de diferentes fuentes de sonido.

Las inmisiones acústicas reales pueden superar significativamente las inmisiones permisibles de ruido a nivel parcial y afectar a los residentes en un entorno habitacional determinado (por ejemplo, en un área o un valle densamente poblados). En un primer paso sencillo para la evaluación del ruido total se suman los niveles calculados o efectivamente medidos de sonidos procedentes de diferentes fuentes, como lo hacen las organizaciones de certificación técnica (TÜV) alemanas[620].

5.7.2.4 Efectos combinados de campos electromagnéticos

Cada vez se incrementan más los efectos de los CEM en entornos urbanos con alta densidad poblacional, por ejemplo: emisiones de redes inalámbricas, comunicaciones regionales móviles (celulares), abastecimiento de energía eléctrica local o regional, etc. Los efectos combinados de estos campos pueden estimular el organismo humano por encima del nivel natural.

5.7.3 Agregación y comparación de diferentes agentes nocivos para el medio ambiente como conjunto de impactos

Aplicando métodos integrales para la evaluación, se ha intentado ocasionalmente considerar el efecto de las exposiciones múltiples. Se cuenta con un resumen de diferentes métodos publicado por Fürst y Scholles[621].

En general, la diversidad de los efectos generados por las diferentes exposiciones demanda el desarrollo de indicadores y escalas de evaluación (decibeles, concentración de sustancias nocivas, densidad del flujo magnético, etc.). A continuación se presentan algunos métodos para este propósito.

619 Un componente importante de la directiva sobre el ruido ambiental de la UE es la identificación del impacto del ruido ambiental en la población. Se aplican métodos uniformes para determinar puntos focales de ruido y realizar una completa cartografía estratégica del ruido. Estos mapas se utilizan para desarrollar planes de acción contra el ruido conjuntamente con la población.

620 TÜV 2000.

621 Fürst & Scholles 2008.

5.7.3.1 Índices de carga

Se desarrollan índices para poder trasladar los efectos de diferentes factores de carga a una escala sin dimensiones, para ello es necesario que exista siempre una relación con la escala de evaluación unificada. Este es el caso, por ejemplo, cuando se trata de relacionar mediciones de diferentes agentes nocivos con valores de umbral de efectos adversos para la salud.

Por ejemplo, se puede describir la contaminación del aire con diferentes sustancias nocivas mediante el índice de calidad del aire o mediante el índice de contaminación del aire. Este índice de contaminación se establece para cada contaminante mediante la diferencia entre el valor medido de la sustancia nociva y el valor límite o recomendado correspondiente. El resultado final indica un valor representativo de la suma de todas las proporciones de diferentes contaminantes del aire (por ejemplo, para la contaminación anual o por cortos periodos) y sus respectivos valores límite o recomendados.

Un punto crítico es la problemática general de todos los valores límite o recomendados pues este no considera los efectos sinérgicos o aditivos; ya que solamente brinda una aproximación sobre la intensidad de la contaminación global y sus posibles efectos adversos para la salud.

5.7.3.2 Escalas de valores

El desarrollo de una nueva escala unificada brinda con frecuencia la posibilidad de interrelacionar diferentes efectos. Muchas veces se aplica una escala ordinal para considerar diferentes categorías de contaminación. Por ejemplo: Libre de contaminación / Poca contaminación / Contaminación promedio / Contaminación fuerte / Contaminación extremadamente fuerte. Las conexiones lógicas y la matriz preferencial para el análisis de riesgos ecológicos facilitan la consideración y la explicación de determinados modelos de acción de los efectos combinados. Existen ejemplos de descripciones de escalas de valores como la de Hartlik[622].

5.7.3.3 Cuantificación de contaminantes del aire con potencial cancerígeno

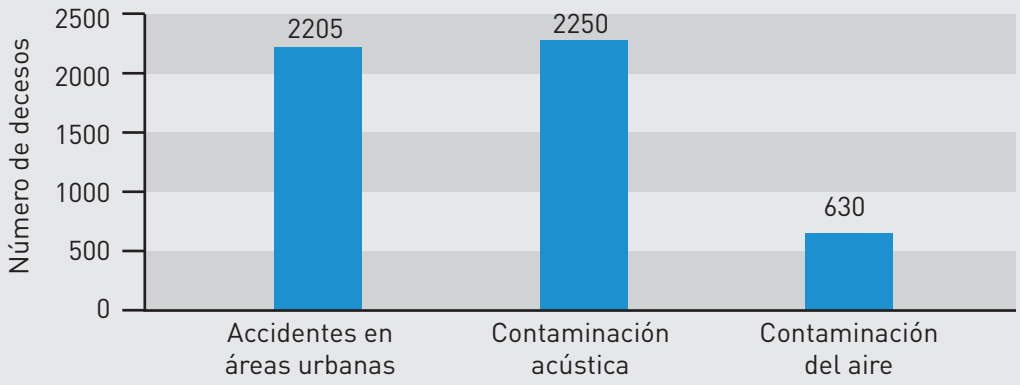
Una posibilidad para cuantificar contaminantes cancerígenos en el aire aplicable para evaluaciones comparativas es el uso de las estimaciones del tipo "riesgo unitario" (unit risk). Una unidad equivale a la unidad del riesgo de contraer cáncer mediante la exposición de por vida a 1 µg/m^3 de una sustancia cancerígena en el aire. En caso de contar con el riesgo unitario para un contaminante del aire se puede determinar la concentración tomando en cuenta el valor del riesgo para calcular estadísticamente el número esperable de casos de cáncer dentro de un grupo poblacional determinado.

622 Hartlik 1998.

5.7.3.4 Definición de normas aplicando riesgos colectivos de mortalidad

Se aplican riesgos colectivos de mortalidad para establecer normas y relacionar posibles efectos adversos solamente en seres humanos (ilustración 13). Gracias a esta comparación se puede determinar el ámbito de aplicación de las medidas prioritarias.

Ilustración 13. Estandarización de los riesgos de mortalidad colectiva en las cercanías de tráfico vial o de áreas metropolitanas



Fuente: Elaboración propia con base en Neus *et al*. 1993.

En general, surgen graves dificultades técnicas al unir los diferentes conjuntos de efectos. El problema de establecer una explicación científicamente válida para efectos de diferentes agentes nocivos no es reciente, como tampoco la consideración de efectos incrementados por diferentes agentes nocivos con distintos mecanismos de actuación. En el marco de un amplio consenso social es posible llegar a una evaluación adecuada y a soluciones, inclusive si los datos y los conocimientos son incompletos. Este tema se tratará más adelante.

5.7.4 Posibilidades para el manejo de exposiciones múltiples

Ilse Albrecht

A falta de conceptos científicamente comprobados para la definición de valores límite, y sin contar con información válida acerca de efectos combinados y exposiciones múltiples, la forma de manejar dicha problemática en forma sostenible consiste en lograr acuerdos en la sociedad acerca de los riesgos. Dado que se afectan múltiples intereses y necesidades, este es un tema complejo que requiere definiciones y que usualmente se trata en el marco del ordenamiento territorial. Un enfoque central del ordenamiento territorial es, entre otros, la complicada tarea de considerar diferentes necesidades.

Este enfoque para la solución de conflictos tiene especial importancia debido a las normas existentes en la actualidad que apuntan al mejoramiento ambiental

en general. Por ejemplo, la política ambiental de la UE, establecida en el artículo 191, párrafo 1, del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea[623] define como objetivo la conservación y la protección del medio ambiente, el mejoramiento de su calidad y la protección de la salud humana. Según el párrafo 2, la política ambiental de la UE propone un alto nivel de protección tomando en cuenta los principios de prevención y de precaución.

Este enfoque de un alto nivel de protección se observa, por ejemplo, en la normativa para el aire de Alemania:

- Ley Federal para la Protección contra Inmisiones: el artículo 50, segunda oración, exige mantener la mejor calidad posible del aire al ponderar los intereses de significativas medidas de planificación u ordenamiento territorial en determinadas áreas en las cuales no se hayan excedido los valores máximos legales para inmisiones.
- Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones: el artículo 26 de la versión 39, con igual perspectiva, obliga a las autoridades correspondientes a garantizar la mejor calidad del aire por debajo de los valores límite permitidos en el marco de sus planes relevantes.
- Ley de Edificaciones: en su artículo 1, párrafo 6, numeral 7, literal h, determina la exigencia de conservar la mejor calidad posible del aire, sin exceder los valores límite de inmisiones en áreas donde rigen las resoluciones vinculantes de la UE.

Para las decisiones discrecionales y la planificación territorial existe la obligación de ponderar la discusión acerca de la mejor calidad posible de manera fehaciente dentro de sus evaluaciones. Incluso se puede interpretar la mejor calidad posible en el sentido de la normativa de la UE como exigencia de mejoramiento.

Este margen de interpretación, al exigir valores que excedan los estándares mínimos legales como resultado de decisiones discrecionales, se observa también en la interpretación legal del ámbito de prevención en la planificación. Las medidas para la certificación de la calidad —o la reducción de la contaminación significativamente por debajo de las disposiciones y los estándares legales— tiene sustento en los ámbitos profesional y jurídico (véase "efectos combinados y exposiciones múltiples"). Aplicando el principio de igual tratamiento, estas exigencias de calidad vigentes para la contaminación del aire se pueden aplicar de la misma forma a otros agentes nocivos.

Las decisiones discrecionales para procesos de planificación deben considerar la exigencia de un alto nivel de protección que exceda la aplicación de valores límite legales y tome en cuenta exposiciones múltiples. Si bien en la actualidad las exposiciones múltiples son difícilmente cuantificables, lo que complica la aplicación de valores límites vinculantes, es posible considerar el incremento del efecto debido a la exposición múltiple en las decisiones discrecionales.

623 Antes artículo 174 del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea.

Instrumentos para la evaluación de impactos para la protección de la salud humana

6

Ilse Albrecht, Monika Machtolf, Dirk Heller, Claudia Hornberg, Julia Nowacki, Thomas Claßen, Rudolf Welteke, Martin Enderle, Aranka Podhora, Johanna Ferretti, Andrea Rüdiger

6.1 Evaluación de impacto ambiental

Ilse Albrecht

Los procedimientos para realizar una EIA o una evaluación ambiental estratégica de propuestas políticas, planes o programas se rigen por la UVPG, del artículo 5 al artículo 14 y del artículo 14e al artículo 14n (véase capítulo 4.2). El anexo 1 de esa ley contiene una lista de proyectos que pueden causar daños significativos al medio ambiente para los cuales se exige la realización de una EIA. Como resultado del estudio preliminar del caso específico, se establece la categoría correspondiente con las letras A y S. Las evaluaciones ambientales estratégicas se aplican a los planes y programas indicados en el anexo 3 de la UVPG. De acuerdo con el artículo 2, párrafo 1, de esta norma la EIA se enfoca en todos los bienes a proteger, en especial en los seres humanos y la salud humana, pero sin mayor concreción de estos conceptos.

Según la UVPG, la evaluación de los efectos ambientales abarca, como mínimo, los componentes indicados a continuación. El artículo 6, párrafos 3 y 4 de esta ley, indica que el titular del proyecto por lo general presenta dicha información, llamada también análisis o estudio de impacto ambiental, junto con su solicitud:

- Descripción del medio ambiente, sus componentes y la población en el área de influencia del proyecto. En esta solicitud se suele especificar lo siguiente:
  - Descripción del entorno habitacional (uso del suelo, grupos vulnerables de la población).
  - Recreación (aspectos recreativos del paisaje, áreas e instalaciones recreativas).

  Como criterios de evaluación se consideran normalmente la vulnerabilidad y las cargas preexistentes. La vulnerabilidad se refiere al posible uso recreativo del área y el tipo de uso. Para la evaluación de las cargas ya existentes se toma en cuenta, entre otros, el nivel de contaminación acústica, la situación climática y la pureza del aire.

  El área de influencia del proyecto determina el tamaño del área de investigación para los bienes a proteger. No hay normas generales porque la extensión depende del caso individual y del alcance de los diferentes factores de impacto.

- Descripción del proyecto.
- Descripción del tipo y el alcance de las emisiones esperadas, residuos sólidos y líquidos, uso y características de agua, suelo, paisaje y naturaleza. Descripción de otros parámetros e impactos del proyecto que potencialmente podrían tener efectos nocivos significativos sobre el medio ambiente (se trata de los factores de impacto). Sobre todo en caso de las emisiones, se produce un impacto directo en el ser humano y su salud.
- Descripción de los efectos nocivos significativos que ocasionará el proyecto (tomando en cuenta las medidas previstas de prevención y de mitigación).

Con respecto al ser humano como bien a proteger, el Decreto Administrativo General para la Ejecución de la UVPG considera: "[...] los impactos sobre el medio ambiente implican cambios en la salud humana". Para pronosticar esos posibles efectos se toman en cuenta las siguientes consideraciones[624]:

- Causas individuales, cadenas causales y efectos combinados de diferentes causas.
- Impactos por construcción y operación regular del proyecto; impactos como consecuencia de accidentes, fallas o mal funcionamiento.
- Impactos de corto, mediano y largo plazo.
- Impactos temporales y permanentes.
- Impactos reversibles e irreversibles.
- Impactos positivos y negativos.

Las emisiones proyectadas (por ejemplo ruido, polvaredas, contaminación del aire) afectan directamente al ser humano y su salud. Por otro lado, se producen interacciones de modo que los efectos negativos para el medio ambiente (suelo, agua, clima, aire, naturaleza y paisajes) afectan negativamente al bien a proteger ser humano y su salud.

Para evaluar los impactos según el Decreto Administrativo General para la Ejecución de la UVPG se aplican las leyes sectoriales correspondientes (normas legales medioambientales), tomando en cuenta los hechos relevantes para la decisión. Destaca el hecho de que la evaluación de los efectos ambientales, según el artículo 12 de la UVPG, constituye la base para la factibilidad del proyecto de acuerdo con el principio de prevención ambiental eficaz; por eso, el principio de prevención es relevante al evaluar los impactos ambientales. La experiencia ha mostrado que con frecuencia las disposiciones legales medioambientales se confunden con las exigencias para la prevención ambiental. En este sentido, se debe evaluar detenidamente si dichas disposiciones legales medioambientales son realmente suficientes para garantizar la protección de la salud humana como parte de la prevención ambiental (por ejemplo, las medidas para prevenir y mitigar emisiones).

Usualmente se describe el medio ambiente y sus efectos sobre el bien a proteger, el ser humano y su salud, de acuerdo con documentos y análisis existentes (por ejemplo, análisis de mapas topográficos, planes generales municipales de orde-

624 Véase numeral 0.3 del Decreto Administrativo General para la Ejecución de la UVPG (UVPVwV).

namiento y planes de protección del ambiente atmosférico). Para algunos proyectos se requieren mediciones de la carga existente. Para determinar los impactos normalmente se recurre a estudios sectoriales, por ejemplo acerca de inmisiones.

6.2 Estimación cuantitativa del riesgo

6.2.1 Introducción

Monika Machtolf, Dirk Heller

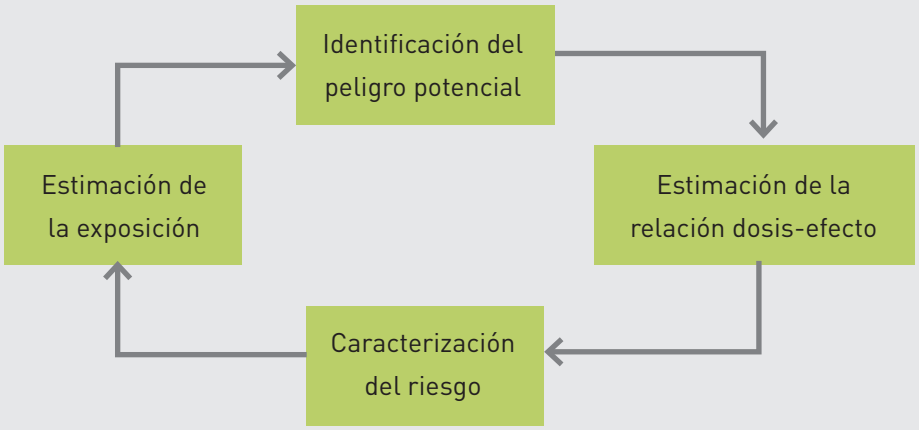
La estimación cuantitativa del riesgo es el término global para todo tipo de procedimiento científico o tecnológico que aplica determinadas convenciones para describir en forma cuantitativa los posibles riesgos de salud por causa de la exposición[625]. Con el resumen de los resultados, tomando en cuenta la toxicidad estimada y la exposición[626], se puede caracterizar el riesgo de sufrir efectos adversos o daños de salud debido a una determinada situación.

El objetivo de la estimación cuantitativa del riesgo es la identificación estructurada y comparable de riesgos para la salud. Gracias a un procedimiento transparente y controlable, la estimación cuantitativa del riesgo constituye una ayuda para la ponderación de riesgos para la salud.

La estimación del riesgo incluye los siguientes pasos (ilustración 14):

- Identificación del peligro potencial
- Estimación de la relación dosis-efecto
- Estimación de la exposición
- Caracterización del riesgo

Ilustración 14. Modelo de análisis del riesgo de la Academia de Ciencias de Estados Unidos de América



Fuente: Kappos & Gelbke 2005, según un estudio del National Research Council (NRC) de EUA (NRC 1983).

625 AGLMB 1995.

626 En la discusión científica, se aplica el término "estimación" en el sentido de "cálculo aproximado" como término lingüístico menos despreciativo. En el texto a continuación se emplean los términos comúnmente utilizados e introducidos con anterioridad.

El resultado de la estimación cuantitativa del riesgo conduce a la evaluación de riesgos, que constituye la intersección entre estimación y gestión de riesgos[627]. Para la evaluación de riesgos se aplican escalas de diferentes procedencias y características. La gestión de riesgos implica la ponderación de alternativas de acción política con base en el análisis de riesgos, las posibilidades tecnológicas y los factores sociales, económicos y políticos[628].

En relación con agentes nocivos, la estimación de riesgos procede como se indica a continuación:

- Para la "identificación del peligro potencial" se determina posibles relaciones entre ciertos efectos para la salud y un agente nocivo. Se obtiene esa información a través de experimentos (por ejemplo, ensayos con animales, estudios epidemiológicos) o, alternativamente, por reflexión acerca de estructuras e impactos.
- Para la "estimación de la relación dosis-efecto" se evalúa la relación entre la dosis de exposición y los efectos correspondientes en seres humanos mediante el análisis cuantitativo de las informaciones toxicológicas, experimentales y/o epidemiológicas existentes.
- Para la "estimación de la exposición" se determina y caracteriza el grupo poblacional que potencial o efectivamente se expondría a un agente nocivo. Mediante métodos cuantitativos se establecen posibles vías, niveles y duración de la exposición y la dosis o la concentración correspondiente. La estimación de la exposición se basa en modelos o en mediciones.
- Para la "caracterización del riesgo" se resumen los resultados de los primeros tres pasos en una evaluación integral cualitativa y cuantitativa. El resultado es el análisis completo de riesgos, incluyendo la estimación de la probabilidad de que un agente nocivo genere efectos adversos en la salud de los afectados. La caracterización de riesgos tiene que indicar también posibilidades y limitaciones de la estimación de riesgos[629].

A continuación del análisis de riesgos se procede a la evaluación de riesgos con ayuda de escalas de evaluación (por ejemplo, valores límite, valores meta o riesgos aceptables en caso de la evaluación del riesgo de cáncer). En los años 2002-2003, la Comisión de Riesgos del Gobierno Federal desarrolló un modelo para la regulación de riesgos basado en un sistema estadounidense (ilustración 15).

627 Wilhelm & Wichmann 2005.

628 Kappos & Gelbke 2005.

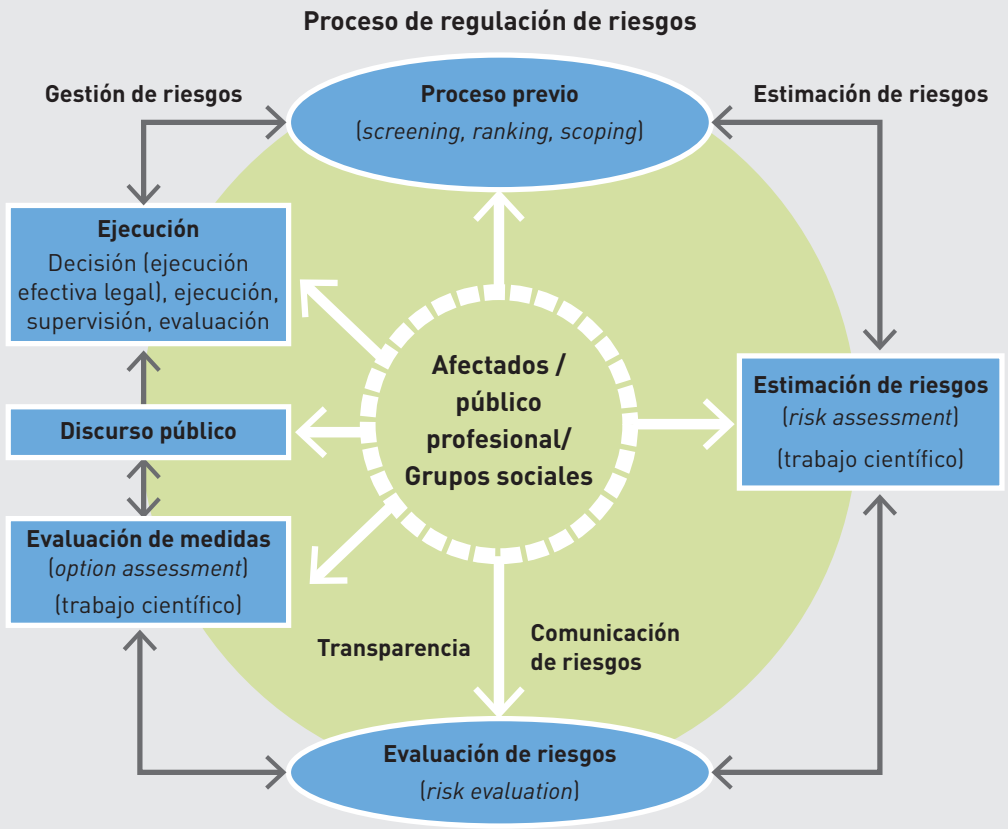
629 Kappos & Gelbke 2005.

6.2.2 Requisitos para la identificación del potencial de riesgo

Monika Machtolf

Con el fin de evaluar la situación geográfica de los factores determinantes para la salud se requieren varias consideraciones para estimar las cargas adicionales por causa de un proyecto planificado y determinar los indicadores correspondientes. Mediante la aplicación de los indicadores seleccionados se definen la carga preexistente, la carga adicional pronosticada y, finalmente, la carga total esperada.

Ilustración 15. Visión general del proceso de regulación de riesgos



Fuente: Risikokommission 2003.

Para la descripción de la situación actual generalmente se aplican las exigencias comunes de calidad al seleccionar, reunir, evaluar y documentar datos e informaciones:

- *Selección de indicadores adecuados*: al seleccionar indicadores adecuados para la descripción del peligro potencial se consideran los factores determinantes para la salud (socio-territoriales, natural-territoriales, químicos, físicos, biológicos) y su relevancia. Paralelamente, se profundizan conocimientos sobre los sectores medioambientales afectados y los grupos vulnerables (por ejemplo, niños pequeños) o los usos sensibles (por ejemplo, terrenos agrícolas). De esta forma se logra una perspectiva especial de los indicadores adecuados.

- *Representatividad de los datos*: el criterio de representatividad es un aspecto importante para aprovechar los datos acerca del medio ambiente. Los datos solamente brindan información territorial o zonal en su lugar de origen, donde fueron obtenidos de manera representativa de acuerdo con el objetivo previsto. Por ejemplo, para usar datos de seres humanos para un estudio de biomonitoreo humano se deben considerar el objetivo y las condiciones al recopilar esos datos y estimar la significancia de estos respecto del estudio a realizar.
- *Descripción del peligro potencial*: para evaluar los efectos tóxicos de un agente nocivo en seres humanos se caracteriza su peligro potencial. Para este propósito se requiere de información sobre las características químicas y físicas y el tipo de impacto. También se consideran diferentes periodos de características e impactos (agudo, subcrónico, crónico). Actualmente, los métodos más comunes siguen siendo los estudios con animales, el uso de información toxicológica humana procedente del ámbito de protección laboral, los estudios epidemiológicos o los estudios de accidentes. Se determina el NOAEL y el LOAEL. En caso de no poder determinar fehacientemente el valor NOAEL, se aplica un factor de seguridad para calcular la conversión de NOAEL a LOAEL.

6.2.3 Requisitos para el cálculo del impacto de las dosis

Dirk Heller

Para evaluar el efecto tóxico de sustancias químicas nocivas en seres humanos se debe tomar en cuenta diferentes vías de absorción (oral, aérea, cutánea) para determinar las máximas cantidades permisibles de absorción, como la ingesta diaria admisible, la ingesta diaria tolerable, la dosis resorbida tolerable y las concentraciones permisibles correspondientes. Estos valores de evaluación se relacionan y dependen del efecto. Usualmente se basan en valores N(O)AEL, es decir, en la concentración o la dosis que ya no permite la observación de efectos adversos.

Se asigna creciente importancia a la determinación de un valor inicial (punto de partida) como referencia para deducir valores de evaluación, procedimiento conocido como *benchmark*, que se basa en utilizar datos estadísticos para analizar los efectos observados en un grupo investigado. Como ya se ha mencionado en el capítulo 4.4.3.4 al tratar sobre las escalas de evaluación, este procedimiento permite determinar el umbral inferior del intervalo de confianza para la dosis *benchmark* (BMDL)[630].

Partiendo de la dosis o de la concentración efectiva registrada se aplican los siguientes factores de seguridad para calcular un valor de evaluación[631]:

- Factor de extrapolación para el periodo de exposición (por ejemplo, subcrónico a crónico).

630 Kalberlah & Hassauer 2003.

631 Eikmann *et al.* 1999.

- Factor de extrapolación del valor observado LOAEL al valor estimado N(O) AEL.
- Factor que considera la variabilidad entre diferentes especies, en caso de utilizar datos provenientes de experimentos con animales.
- Factor que considera la variabilidad entre diferentes seres humanos (protección de grupos vulnerables).

En el pasado, con frecuencia se usaba un valor estándar (*default value* o valor por defecto) equivalente a 10 para los diferentes factores. Además, se utilizaban los valores estándar de manera muy esquemática. En la actualidad se ha establecido un consenso básico para no emplear los factores de seguridad de manera rígida, sino reemplazarlos por estimaciones mejoradas. Esta es también la opinión que promueve la ECHA en sus publicaciones para la evaluación de riesgos de sustancias químicas[632]. Por ejemplo, al utilizar informaciones y detalles acerca de los niveles de tóxico-cinética o tóxico-dinámica en animales de laboratorio y seres humanos, se logra determinar y ajustar el respectivo factor de seguridad con mayor precisión[633]. Estas consideraciones diferenciadas ya se están introduciendo en la normativa oficial utilizada para deducir valores de evaluación, tanto en la oficial, europea y nacional (del Instituto Federal de Seguridad y Salud Ocupacional [BAuA]), como en la privada[634].

Existen diversas instituciones que clasifican el potencial cancerígeno de sustancias supuesta o efectivamente cancerígenas. En este sentido, la categoría asignada a una determinada sustancia puede variar; sin embargo, estas clasificaciones no hacen referencia a la potencia cancerígena. Para muchas sustancias supuesta o efectivamente cancerígenas no existe umbral de efectividad, ni se puede determinar una dosis inofensiva para garantizar la ausencia de efectos adversos. Por lo tanto, para cuantificar el riesgo de cáncer se recomienda con frecuencia el método del riesgo unitario, el cual estima el riesgo adicional de contraer cáncer por causa de la exposición permanente vía inhalación a lo largo del periodo de vida (70 años) a una sustancia nociva con una concentración de 1 µg/m^3.

En caso de exposición por vía oral, el riesgo se calcula para una dosis de 1 µg de la sustancia nociva por l de agua o por kg de alimento. El peso corporal se toma en cuenta en el cálculo de riesgo por el factor elevador (*slope factor*) en la unidad $(mg/kg\ KG \times d)_{-1}$[635].

Las descripciones detalladas para sustancias y los cálculos de valores TRD o estimaciones del riesgo de cáncer se encuentran, entre otros, en los manuales de Eikmann *et al*[636]*.* En Alemania existen escalas de evaluación relativamente exactas de efectos tóxicos en humanos para un total de 141 sustancias, a disposición

632 ECHA 2010.

633 Eikmann *et al.* 1999.

634 ECHA 2010; BAuA 2008; VDI 2009b.

635 Eikmann *et al.* 1999.

636 Ib.

en la UBA[637] o en Eikmann *et al*[638]. Otras instituciones que brindan estos indicadores son el Instituto Federal para la Evaluación de Riesgos (BfR), la ESFA y la WHO/OMS.

6.2.4 Requisitos para el cálculo de la exposición

Monika Machtolf

Se mide la exposición con el objetivo de estimar la cantidad de sustancias nocivas asimilada por el ser humano como consecuencia de su ubicación o comportamiento (DIN ISO 15800)[639]. Se diseñan los llamados escenarios de exposición con el fin de evaluar diferentes condiciones de exposición y describir a los grupos poblacionales y el lugar, la duración, la frecuencia y la forma de contacto con las sustancias nocivas.

Existen escenarios de exposición detallados que se desarrollaron y describieron, por ejemplo, para obtener valores de evaluación para la implementación de la Ley Federal para la Protección del Suelo[640]. Dichos valores permiten el uso del suelo como áreas de juegos infantiles, entornos habitacionales, casas y pequeños jardines, parques o áreas recreativas y áreas industriales o comerciales. Para ello, dependiendo de la sustancia nociva, se analiza en paralelo las distintas vías de absorción (oral, aérea, cutánea), los puntos finales de exposición (tóxica, cancerígena) y, eventualmente, en forma integral las vías de actuación.

Se utiliza la siguiente formula genérica para determinar la administración de sustancias nocivas a través del medio ambiente:

$$\text{Disipación de contaminantes X } [\frac{\mu g}{kgKG \cdot Tag}] = M \frac{n \cdot t_{exp}}{KG \cdot t_m} \cdot C$$

Administración de sustancias nocivas

M [g/día]	= Cantidad incorporada por día desde el medio de administración
n [días/año]	= Frecuencia de la exposición
t_{exp} [años]	= Duración de la exposición
t_m	= Tiempo total de la exposición a promediar
KG [kg]	= Peso corporal
C(X) [mg/kg]	= Concentración de la sustancia X en el medio

Existen consideraciones detalladas para desarrollar escenarios y cuantificar las vías de exposición para la evaluación de suelos contaminados con el modelo medio ambiente-hombre-emisión (UMS)[641].

637 Disponible en <http://www.umweltbundesamt.de/boden-und-altlasten/altlast/web1/deutsch/pruefwerte_uba.pdf>.

638 Eikmann *et al.* 1999.

639 DIN ISO 2004.

640 UBA 1999.

641 Hempfling & Doetsch 1997.

La ilustración 15 presenta un resumen de los procedimientos estándar para la estimación de la exposición[642] a sustancias nocivas en el medio ambiente.

Además de los datos sobre concentraciones de sustancias nocivas en diferentes medios, los datos antropométricos como edad, peso o años de vida sirven de base para caracterizar a los grupos de usuarios y cuantificar las condiciones de exposición. También es necesario establecer supuestos para caracterizar el comportamiento, por ejemplo, frecuencia y duración de la exposición, periodos disponibles, hábitos alimenticios y recreativos, entorno laboral. La comisión *ad hoc* del AGLMB ha publicado un informe acerca del tema con información básica y detallada[643].

El proyecto de investigación acerca de la evaluación de estándares y modelos para pronosticar y evaluar exposiciones (X_{prob}) logró actualizar y comprobar los datos existentes que se usan en los modelos de exposición basados en la distribución[644]. Los factores de exposición más recientes relacionados con datos poblacionales se publican en la base de datos RefXP[645].

Existe extensa información acerca de los hábitos alimentarios de la población alemana en el Segundo Estudio Nacional de Consumo de Alimentos, elaborado por el Ministerio Federal de Alimentación, Agricultura y Protección del Consumidor (BMELV) y el Max Rubner-Institut (MRI)[646]. Se diferencian los grupos de alimentos consumidos de acuerdo con la edad y el género. En otro estudio de hábitos alimentarios realizado en el Estado Federado de NRW[647], también disponible en RefXP, se incluyeron las costumbres de producción y consumo de pequeños horticultores aficionados.
Dependiendo del nivel de protección buscado, se aplican supuestos promedio o extremos para el modelo y sus condiciones (por ejemplo, permanencia al aire libre o consumo de determinados vegetales). En caso de utilizar siempre supuestos desfavorables, o incluso en extremo desfavorables (*worst case*) para la exposición, es posible que el resultado final sobreestime el riesgo; y, viceversa, al utilizar datos no comprobados o supuestos promedio, es posible subestimar el riesgo. Se precisa de un procedimiento ponderado o considerar los casos individuales, incluyendo métodos para la estimación probabilística de la exposición.

Diferentes instituciones han desarrollado modelos para evaluar la exposición por diferentes vías. Por ejemplo, la UE ha realizado el programa llamado Sistema de la UE para la Evaluación de Sustancias (EUSES) que actualmente se utiliza oficialmente para tomar decisiones y estimar riesgos de productos químicos[648]. Este sistema se basa en los Lineamentos Técnicos para la Evaluación de Riesgos de la Unión Europea[649].

642 En estudios científicos actuales se usa el término "estimación" en el sentido de aproximación como término menos despreciativo.

643 AGLMB 1995.

644 Mekel *et al.* 2007a, 2007b, 2007c y 2007d.

645 Véase <www.uba.de/xprob>.

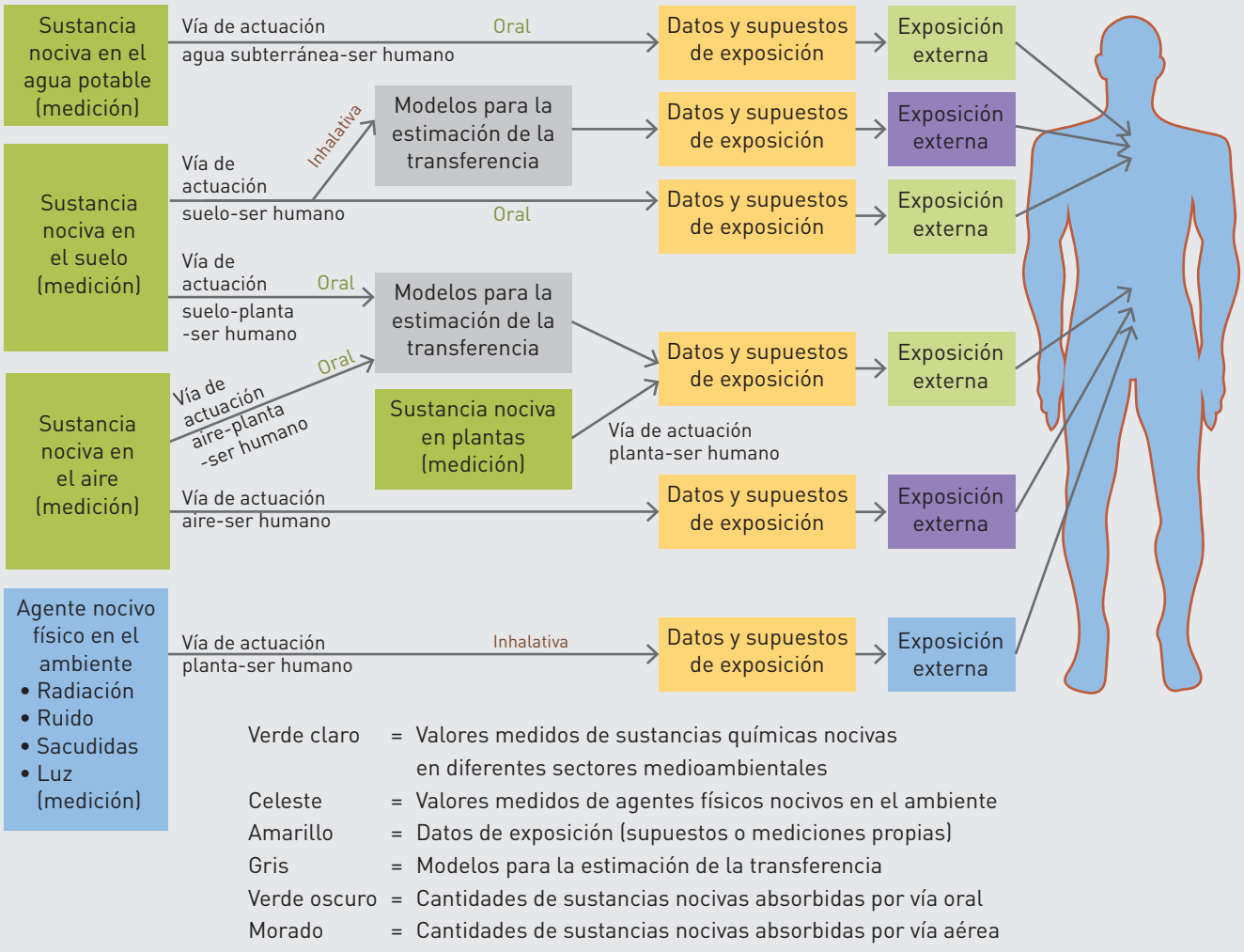
646 BMELV & MRI 2008.

647 IFUA 2001.

648 Trapp *et al.* 1999.

649 European Commission 2003.

Ilustración 16. Esquema del procedimiento para los cálculos de exposición a sustancias nocivas provenientes de sectores del medio ambiente



Fuente: Elaboración propia, para IFUA.

El Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) ha desarrollado otro modelo de evaluación, llamado CSOIL[650], que permite cuantificar una variedad de diferentes riesgos.

Desde 1989, la EPA cuenta con un gran número de modelos de exposición[651] que se han actualizado en forma permanente[652]. El programa de cómputo $RISC_4$, desarrollado y actualizado por British Petrol, se basa en modelos de la EPA y permite la presentación de diferentes vías de absorción[653].

650 Rikken *et al.* 2001; Van den Berg 1994; Otte *et al.* 2001.

651 EPA 1989.

652 EPA 1996, 2002 y 2004.

653 Spence 2001.

6.2.5 Requisitos para la caracterización de riesgos

Monika Machtolf

Como resultado de los pasos anteriores para la estimación del riesgo, generalmente se obtienen dosis corporales globales. Estas se refieren, ya sea a la exposición externa a un agente nocivo o a la exposición interna luego de tener contacto con este o absorberlo. Para la determinación de dosis corporales globales se establece primero —específicamente para cada vía de absorción (oral, aérea, cutánea)— la cantidad absorbida del agente nocivo y la vía efectiva específica. De esta forma se calcula una dosis corporal para los parámetros y las vías de absorción relevantes. Estas dosis individuales se suman para calcular la dosis corporal total, si el efecto sistémico sobre el órgano afectado es la base de evaluación.

Comparando el resultado de la estimación de exposición en el lugar específico y posibles escalas de toxicidad en seres humanos (véase arriba), por ejemplo la dosis resorbida tolerable o estimaciones del riesgo unitario, se caracteriza el riesgo presente o pronosticado para la salud.

En la estimación de los criterios correspondientes se consideran grupos de riesgo o grupos vulnerables. En un sentido limitado, un grupo de riesgo es un grupo de personas que tienen un riesgo de salud elevado por factores independientes a la exposición al agente nocivo (por ejemplo, fumadores, embarazadas, personas con condiciones preexistentes). Es también el caso de los niños, por tener un volumen pulmonar por minuto superior al que poseen los adultos en relación con su peso corporal, lo cual constituye un factor agravante para la tóxico-dinámica.

Al interpretar los resultados de la estimación de exposición se considera y valora la incertidumbre inherente, entre otros, a la aplicación de ciertas convenciones. La caracterización de riesgos también apunta a indicar claramente el nivel de protección aplicado en el proceso, porque la selección de factores de seguridad o incertidumbre interfiere en forma significativa al calcular la probabilidad de un determinado daño. Aplicando el principio de la protección preventiva de la salud, se utilizarán convenciones y supuestos menos favorables para estimar la exposición. En cambio, para el principio de protección contra peligros se supondrá un nivel promedio para el peligro de exposición, lo que permite mayor nivel de exposición interna.

6.3 Biomonitoreo humano

Claudia Hornberg

6.3.1 Bases para el biomonitoreo humano

El biomonitoreo humano es una herramienta para la observación del medio ambiente con enfoque en la salud. Se basa en exámenes de fluidos y tejidos corporales humanos de un grupo representativo de la población, con el fin de determinar las concentraciones de ciertas sustancias[654]. De esta manera se mide la exposición interna total a dichas sustancias sin importar la vía de exposición (cutánea, aérea u oral). La carga de sustancias puede exceder el umbral efectivo y conllevar trastornos para la salud. Para la evaluación se cuenta con valores toxicológicos de referencia y evaluación comprobados respecto de la exposición interna que brinda la Comisión de Biomonitoreo Humano (Kommission Human-Biomonitoring) del UBA.

Dichos valores se conocen como valores de biomonitoreo humano[655]. Los valores de referencia son aquellos de la exposición interna como resultado de las diferentes vías de absorción. Se pueden derivar cuando las concentraciones de las sustancias medidas son representativas de una fracción relevante de la población. Al ser valores estadísticos, describen la exposición presente para la población general. Según la comisión, el valor de referencia equivale al 95 % de los valores medidos dentro de un intervalo de confianza del 95 % para una concentración de sustancias en el medio corporal de la población de referencia correspondiente. Los valores de referencia se indican también para grupos fuertemente afectados o para grupos parciales que no sufren determinadas exposiciones, siempre que los datos lo permitan y sea útil hacerlo[656].

Los valores de referencia por sí mismos no permiten pronunciarse sobre la incidencia de la sustancia en la salud. Por lo general, para estimar el riesgo de salud debido a una sustancia se requiere una evaluación del riesgo toxicológico, que es también la justificación de los valores de biomonitoreo humano (HBM-I y HBM-II). La deducción se basa en estudios que demuestran la relación entre la concentración de una sustancia (y los resultados de su metabolización en el organismo) en fluidos corporales humanos y en la presencia de efectos adversos.

Los valores de biomonitoreo humano y las recomendaciones correspondientes se aplican a diferentes grupos poblacionales considerando la exposición prolongada de por vida, y también a grupos vulnerables o grupos expuestos durante determinados momentos de su vida (por ejemplo, niños, mujeres fértiles, adultos mayores). Los valores HBM-I o HBM-II *no* se pueden derivar en caso de determinados mecanismos efectivos subyacentes (en especial sustancias cancerígenas

654 UBA 2013.

655 Kommission Human-Biomonitoring 1996a y 1996b.

656 Kommission Human-Biomonitoring 1996b.

con efecto genotóxico) u otros datos (por ejemplo, curva dosis-efecto), ya que no es posible determinar con seguridad un nivel de exposición *sin efectos adversos* para la salud.

Según la Comisión de Biomonitoreo Humano, y de acuerdo con el conocimiento actual, al mantener la concentración de una sustancia en un medio corporal por debajo del valor HBM-I no se esperan efectos adversos para la salud y, por lo mismo, no es necesario tomar medidas. En caso de excederse ese valor, se consideran mediciones adicionales. Al confirmar el diagnóstico se debe buscar las causas de este incremento y, eventualmente, las fuentes de la contaminación para reducir o disminuir la emisión dentro de lo razonablemente posible[657].

Al exceder el valor HBM-II de concentración de una sustancia en un medio corporal, el afectado corre peligro de sufrir importantes efectos adversos para su salud. En ese caso se recomienda la atención y la asesoría médica ambiental del afectado. De ser posible, se deben tomar medidas inmediatas para reducir la exposición. El valor HBM-I tiene en este sentido una función de evaluación y de control, y el valor HBM-II exige intervenciones y medidas[658].

El rango entre los valores HBM-I y HBM-II es un rango de control y evaluación que indica una situación de alerta potencial, dado que ya existen perjuicios potenciales para la salud[659]. Al obtener un valor determinado, se evalúa si el aumento es permanente y consistente o solamente aleatorio. Para el rango entre los valores HBM-I y HBM-II la ciencia no ofrece pruebas fehacientes de los efectos para la salud humana. Para la protección preventiva de la salud se debe considerar la eliminación de las fuentes correspondientes en estos casos, tomando en cuenta la viabilidad económica (ponderación costo-beneficio) y los nuevos riesgos potenciales a partir de las medidas por tomar. No hay una necesidad inmediata de medidas de urgencia, aunque la reducción de la exposición sea deseable en el marco de la protección preventiva de la salud[660].

En caso de valores que excedan el valor HBM-II existe la posibilidad de efectos adversos para la salud, pero que no necesariamente se manifiestan. Por eso los afectados deberían contar con asesoría y cuidado médico ambiental, y someterse a observación permanente para controlar los valores observados. Se debe reducir la exposición inmediatamente y, de ser posible, eliminar determinadas fuentes de exposición. El rango por encima del valor HBM-II requiere de intervención.

En caso de valores inferiores al valor HBM-I, que a la vez sean superiores al valor de referencia actual, hay una exposición superior a la carga de base. Al tratarse de la exposición a una sustancia tóxica, y tomando en cuenta los principios de higiene ambiental y de prevención médica, se recomienda evaluar la posibilidad de disminuir la exposición mediante un esfuerzo razonable, buscando posibles fuentes evitables u otras explicaciones para ese valor inusualmente elevado[661].

---

657 Kommission Human-Biomonitoring 1996a y 1996b.

658 Ib.

659 Schulz *et al.* 2011.

660 Kommission Human-Biomonitoring 1996a y 1996b.

661 Kommission Human-Biomonitoring 2009.

6.3.2 Comisión de Biomonitoreo Humano de la agencia Federal del Medio ambiente

Con el fin de estimar de manera uniforme las cargas de exposición a sustancias nocivas en seres humanos, la Comisión de Biomonitoreo Humano ha publicado criterios para determinar valores de orientación (valores de referencia y valores HBM). Cuando los datos disponibles lo permiten, la comisión se refiere a estas consideraciones básicas para elaborar monografías sobre determinadas sustancias y deducir valores de referencia y valores HBM. Estas monografías acerca de sustancias incluyen la siguiente información: presencia, uso y distribución de la sustancia en el medio ambiente, vías de absorción, procesos metabólicos y excreción por seres humanos. También indican los factores que influyen en la exposición interna en seres humanos y sus efectos sobre la salud[662].

Desde 1996, la Comisión de Biomonitoreo Humano ha publicado 60 dictámenes, y ha determinado valores de referencia para casi 50 sustancias y valores HBM para 8 sustancias[663].

6.4 Evaluación del impacto sobre la salud

Julia Nowacki, Thomas Claßen

La evaluación del impacto sobre la salud (HIA) es un procedimiento específicamente diseñado para apoyar la toma de decisiones, los procedimientos de planificación para políticas, los programas y los proyectos (PPPP) con el objetivo de garantizar y mejorar la salud de los grupos poblacionales afectados con ayuda de diferentes métodos de análisis cualitativos y cuantitativos. Supuestamente, la HIA permite la identificación y el aprovechamiento del mayor nivel de eficiencia disponible[664].

La versión actual de la HIA se ha desarrollado con base a tres problemáticas diferentes:

- Medio ambiente y temas de salud
- Determinantes sociales para la salud
- Igualdad de oportunidades en salud

EUA fue el primer país en reconocer la necesidad de considerar los impactos sobre la salud humana en los proyectos con incidencia ambiental al promulgar en 1969 la Ley Nacional de Política Ambiental (National Environmental Policy Act). Desde entonces, la consideración de aspectos de salud es parte del proceso de estimación de impactos ambientales, por ejemplo en el marco de la EIA o la evaluación ambiental estratégica. Sin embargo, usualmente se aplica el término "salud" en un sentido limitado, enfocándose en aspectos medioambientales

662 UBA 2013.

663 Kommission Human-Biomonitoring 2012.

664 Vohra 2007; Nowacki & Mekel 2012.

biológicos y físicos, y en los valores límite legales[665]. Esta concepción restringida se supera al tomar en cuenta los determinantes sociales para la salud, que son el segundo aspecto importante del concepto de HIA. El enfoque se dirige hacia la observación de programas y proyectos políticos y su incidencia en un amplio rango de determinantes para la salud y sus impactos. Un ejemplo es la presentación en el modelo de Dahlgren y Whitehead[666], perfeccionado por Barton y Grant[667] (ilustración 8). De esta manera, la HIA se convierte en un instrumento multisectorial y permite la evaluación de determinantes para la salud también en otros sectores, tal como plantea la Comisión Europea actualmente: "La salud debe estar presente en todas las políticas"[668]. El tercer aspecto de la HIA son los factores PPPP, tomando en cuenta las desigualdades existentes y evitables de salud dentro de la población afectada, y considerando el aumento o la disminución de dichas desigualdades, respectivamente. El instrumento correspondiente se llama "HIA enfocado en la igualdad" (Equity-focused HIA) y tiene el objetivo de tomar en cuenta desde el comienzo las desigualdades evitables para la salud[669].

Desde las primeras discusiones acerca de la necesidad de evaluar los impactos de los grandes proyectos sobre la salud[670] la HIA ha sido una práctica reconocida, la cual se aplica en diferentes ámbitos de política y planificación (local, regional, nacional e internacional), sea en forma voluntaria o por exigencia legal. En la actualidad, la mayor parte de HIA se realiza voluntariamente[671]. Sin embargo, algunos países han establecido leyes o disposiciones jurídicas de alcance nacional para fijar directrices específicas referentes a las HIA o para integrarlas en los procesos existentes de evaluación ambiental[672]. Varias organizaciones internacionales, como la UE y la WHO/OMS, bancos regionales de desarrollo, por ejemplo el Banco Asiático de Desarrollo (ADB), y asociaciones internacionales apoyan la aplicación de la HIA. Entre estas últimas, el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM) o la Asociación de la Industria Petrolera Internacional para la Conservación del Medio Ambiente (IPIECA). Los ampliamente reconocidos estándares de desempeño para la política de desarrollo de la Corporación Financiera Internacional (IFC), que forma parte del Banco Mundial, exigen parámetros específicos para la salud pública. Estos estándares se aplican especialmente para la estimación de las consecuencias de grandes proyectos de desarrollo financiados por la IFC, por lo cual ejercen un impacto significativo sobre dichos proyectos llevados a cabo en países en desarrollo[673].

En el documento consensuado de Gotemburgo del Centro Europeo para Políticas de Salud, que forma parte de la oficina regional europea de la WHO/OMS, se especifica:

665 Nowacki *et al.* 2010; Harris-Roxas & Harris 2011.

666 Dahlgren & Whitehead 1991.

667 Barton & Grant 2006.

668 Stahl *et al.* 2006; Harris-Roxas *et al.* 2012.

669 Mahoney *et al.* 2004.

670 Morris & Novak 1976.

671 Harris-Roxas *et al*. 2012; Winkler *et al.* 2013. Por ejemplo, en la mayoría de los países europeos (como Inglaterra, Finlandia, Alemania, Países Bajos, Suecia), pero también en China y EUA.

672 Por ejemplo, en Brasil, República Democrática de Laos, Lituania, República de Corea, Eslovenia, Tailandia, Vietnam y, a nivel regional, por ejemplo en Australia, Canadá, Nueva Zelanda, España.

673 Vohra 2007; Winkler *et al.* 2013.

"La HIA constituye un conjunto de procedimientos, métodos y herramientas para facilitar la evaluación de los potenciales impactos en la salud de un proyecto o un programa y su distribución entre grupos poblacionales"[674]. Luego se amplía esta definición enfocándose en acciones: la HIA identifica posibles medidas para el manejo de dichos impactos[675]. Para estimar estos impactos se utiliza la evaluación de los determinantes de la salud (véase capítulo 4.1) en un sentido amplio.

La HIA tiene la función de establecer puentes entre los procesos de planificación y de salud, con los correspondientes involucrados:

- Trabajo en equipo, ya que casi siempre es necesario contar con conocimientos interdisciplinarios, es decir, especialistas en las áreas afectadas. Por ejemplo responsables políticos, planificadores, ingenieros, economistas, especialistas en ciencias de salud, epidemiólogos, especialistas en estimación de riesgos, expertos en medio ambiente y en salud.
- Buenas prácticas en participación de actores con intereses (comerciales) en políticas, planes, programas y proyectos. Participación de personas posiblemente afectadas por políticas, planes, programas o proyectos.
- Uso de procedimientos y métodos de HIA con procesos claramente definidos con el fin de acelerar esos proyectos (Rapid HIA) o ampliarlos (Full HIA), según sea necesario[676].

La ilustración 18 muestra el esquema de un proceso de HIA en relación con el llamado ciclo político (Policy-Cycle). Al revisar los procesos y las características de la HIA se observan múltiples oportunidades para la integración de las instancias de planificación y ejecución a escala local, del Sector Salud y de la población local para fomentar la salud mediante procesos de desarrollo comunal integral. En el caso ideal, la HIA se hace presente ya al momento de la identificación de problemas para, posteriormente, informar acerca del desarrollo de estrategias y políticas en el marco de los diferentes procesos de evaluación, apoyar la decisión y, por último, acompañar la aplicación, el monitoreo y la evaluación.

El proceso HIA puede dividirse en seis fases[677]:

- *Screening*: es el primer análisis y la estimación de posibles impactos del proyecto en la salud de la población afectada. Se evalúa la necesidad de iniciar la HIA.
- *Scoping*: se trata de la definición del procedimiento a seguir. Instalación del consejo de HIA con representantes del propietario del proyecto y de la población afectada, nombramiento de expertos en HIA a cargo de su realización y determinación de los impactos de mayor importancia, métodos y procedimientos a seguir.
- *Procesos de valoración*: son el componente central de la HIA. Se trata de garantizar la mayor evidencia posible, aprovechando en cada fase los recur-

674 WHO/OMS 1999b.

675 Quigley *et al.* 2006.

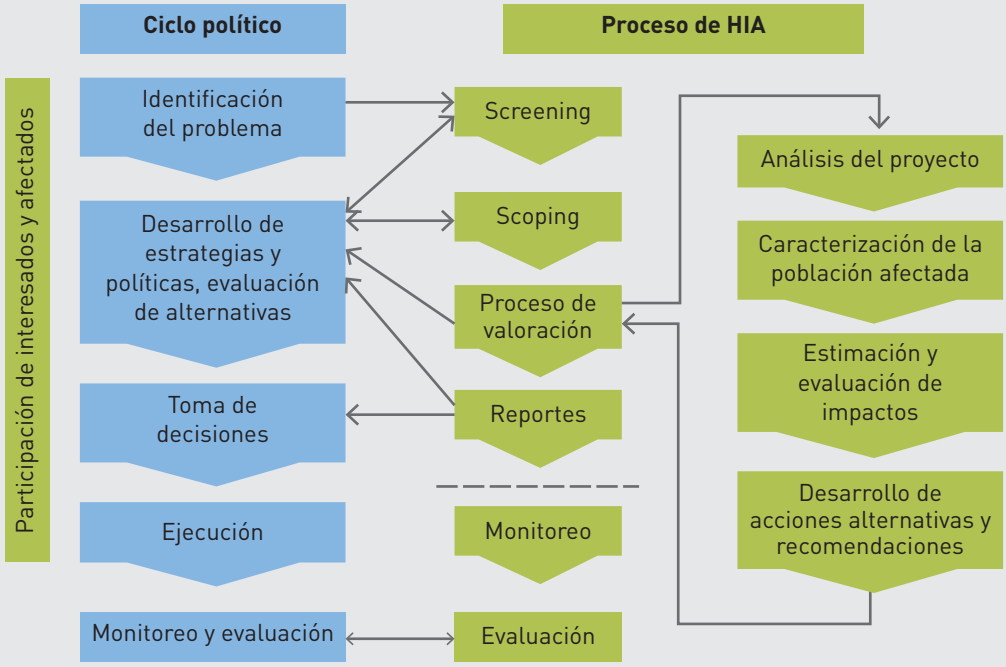
676 Forsyth *et al.* 2010.

677 Nowacki & Mekel 2012.

sos y los datos disponibles. Se aplican diversos métodos, como cualitativos en la epidemiología y la toxicología, y cuantitativos en los aspectos sociales. Con base en los diferentes análisis, se formulan acciones alternativas y recomendaciones, buscando también posibles indicadores para el monitoreo. Los grupos vulnerables son de especial importancia para el análisis.

- *Reportes*: son el producto final del proceso, incluyendo descripción del procedimiento, resultados, recomendaciones y posibles acciones alternativas.
- *Monitoreo del proyecto*: es la comparación continuada de la situación actual con la situación prevista del proyecto. Se evalúan las medidas recomendadas.
- *Evaluación*: comprende la evaluación interna de procesos de HIA para determinar el cumplimiento del objetivo. Por otro lado, se evalúan los resultados y el impacto de la HIA en las decisiones. De ser posible, se evalúan y controlan los impactos en la salud de la población afectada.

Ilustración 17. Vínculo del proceso de evaluación del impacto a la salud (HIA) y el ciclo de formulación de políticas



Fuente: Nowacki & Mekel 2012, 286, de acuerdo con Fehr 2010, 146; y Thérivel 2010, 16.

La población afectada debería participar en todo el proceso de HIA para reforzar la aceptación del procedimiento y apoyar las recomendaciones. En Alemania, la ejecución de la HIA no está normada ni es obligatoria. Sin embargo, dependiendo del caso, resulta sencillo integrarla en el marco de la elaboración de informes ambientales y estudios de impacto ambiental, como parte de evaluaciones ambientales estratégicas o EIA. Se exige la participación de expertos en salud de acuerdo con el Protocolo de Kiev (como parte del protocolo para evaluaciones de estrategias ambientales en el marco de la Convención Espoo)[678]. De hecho,

678 Ratificado por Alemania en 2007 y vigente desde 2010; aún no ratificado por el Perú.

los peritajes sectoriales acerca de bienes a proteger son comunes en procedimientos de planificación y autorización y se requieren con frecuencia para la estimación de sus consecuencias medioambientales. Algunos elementos del proceso de HIA se han establecido como un estándar, por ejemplo, la inclusión de representantes del interés público y del público en general. Los conceptos y los elementos del procedimiento de HIA (*screening*, *scoping*, evaluación y monitoreo) son componentes por defecto de las evaluaciones ambientales. En proyectos o programas complejos, sujetos a la elaboración de una EIA y con impactos significativos sobre la salud humana, de ser posible se recomienda a las autoridades correspondientes la aplicación de la HIA en el marco del *scoping* para la intervención de expertos en salud desde el comienzo del procedimiento.

6.5 Plan técnico: salud

Rudolf Welteke, Martin Enderle

Con el propósito de fomentar la percepción y la presencia del tema de la salud en la discusión multisectorial, y de apoyar el trabajo del Sector Salud dentro del conjunto de actores a nivel local, en el Estado Federado de NRW se han comenzado a desarrollar planes técnicos locales de salud.

FORTALECER LAS NECESIDADES DE SALUD DE LA POBLACIÓN. LA IMPORTANCIA DE LA PLANIFICACIÓN

En enfoque en el plan técnico de salud combina la presentación cartográfica de elementos y estructuras territoriales relevantes para la salud con una perspectiva sectorial para el desarrollo local del punto de vista del Sector Salud. Se recomienda, en primera instancia, la elaboración de mapas básicos con el fin de documentar las instalaciones relevantes para los grupos vulnerables[679] en la jurisdicción de la municipalidad correspondiente, e indicar las áreas donde haya mayores necesidades de fomentar la salud. Otros mapas describen las estructuras locales específicas para la situación de la salud: fortalezas, peligros, riesgos, estructuras y análisis para el abastecimiento. Mediante un paso intermedio se localizan los objetivos de salud en los ámbitos sectorial y profesional en el territorio (modelo guía de salud). Esto ayuda a desarrollar interacciones y medidas, y a elaborar información para procedimientos de planificación y autorización. La ilustración 18 indica los elementos y los procesos para la elaboración de estos planes técnicos.

El contar con el plan técnico de salud brinda a las autoridades locales del Sector Salud la ventaja de poder presentar las necesidades de salud de su población en procedimientos de planificación y desarrollo. A partir de discusiones entre repre-

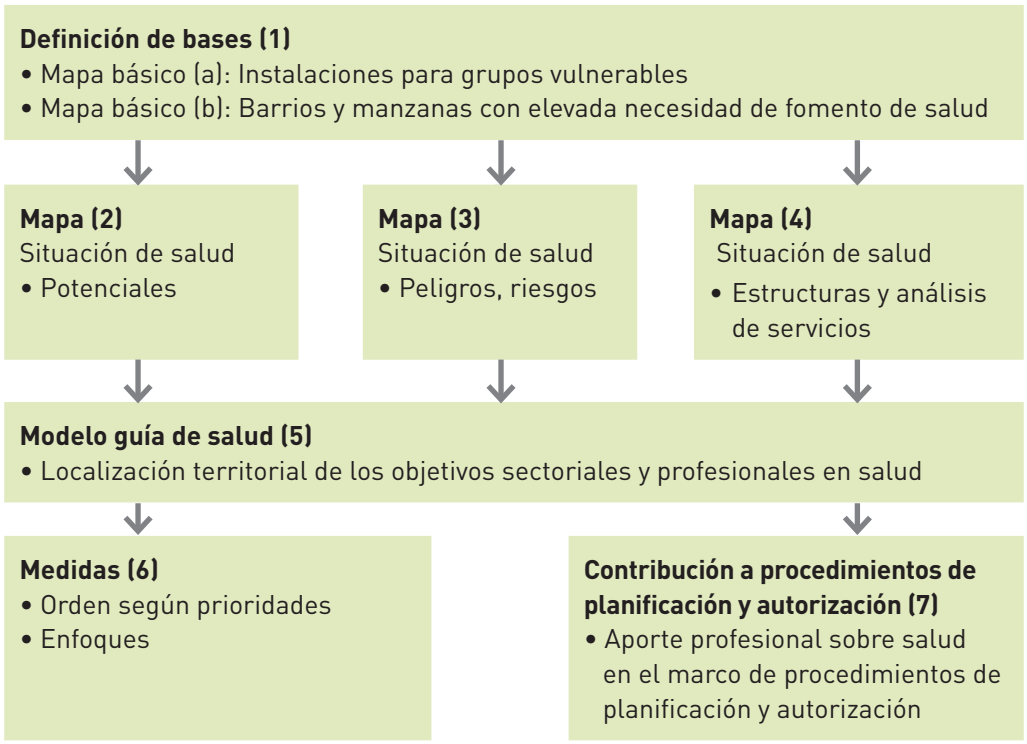
679 Los grupos vulnerables son sectores de la población cuyo estado de salud es precario. Estos grupos los integran por lo general niños, adolescentes, adultos mayores, personas enfermas, personas con discapacidad, embarazadas y, en parte, personas marginadas socialmente. Su situación especial, diferente a la del poblador típico promedio, expone a estos grupos a mayores riesgos de salud y de accidentes (Stamm *et al.* 2003; Streich 2006; Bencic 2009; Fässler *et al.* 2011).

sentantes municipales, y gracias a las experiencias prácticas obtenidas durante la primera fase piloto en tres municipios del Estado Federado de NRW en 2010, [680] se ha aprendido que la elaboración sistemática de un plan técnico de salud demanda esfuerzos para el desarrollo local. En tiempos de presupuestos municipales restringidos se deben aprovechar las sinergias con otros proyectos para lograr un trabajo relativamente completo en el desarrollo local de salud. A continuación se indican tres componentes que representan los beneficios del plan técnico de salud.

COMPONENTE DE POLÍTICA DE SALUD. ENFOQUE DE ACCIÓN DIRIGIDO A FOMENTAR LAS CONFERENCIAS MUNICIPALES SOBRE LA SALUD

Las conferencias municipales sobre la salud, iniciadas en el marco de la Ley sobre el Servicio Público de la Salud del Estado Federado de NRW de 1997, se consideran una excelente práctica. Estas conferencias impulsan a las autoridades de salud a trabajar continuamente y a contar con competencia municipal y política, gracias a su amplia base de actores locales. El plan técnico de salud contribuye a un mejor enfoque en dos objetivos específicos. Por un lado, gran parte de las actividades de la conferencia municipal sobre la salud representan componentes de la planificación técnica de salud y ayudan a impulsar el necesario diálogo multisectorial. Por otro lado, el plan técnico de salud y sus componentes individuales se discuten a de manera profesional en la conferencia municipal sobre la salud, integrándolo legítimamente y dándole importancia en la discusión en los escenarios multisectoriales del municipio.

Ilustración 18. Diagrama para la formulación de un plan técnico de salud



680 Documentado en LIGA NRW 2011.

COMPONENTE DE DESARROLLO DEL GOBIERNO. OPTIMIZAR LA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE LAS AUTORIDADES LOCALES A CARGO DEL SECTOR SALUD

Un plan técnico local de salud generalmente refleja el rango de servicios y proyectos de una autoridad subordinada de salud. En este sentido, es conveniente aprovechar la inversión en el desarrollo de dicho plan técnico de salud para lograr una presentación consistente del trabajo de las autoridades. En muchos lugares ya se cuenta con importantes presentaciones (también en Internet), correspondientes a diferentes áreas de trabajo de las autoridades municipales en temas de salud que, muchas veces, ya cuentan con objetivos y medidas concretos. Aprovechando esta información, se deberían poder derivar gran parte de sus elementos al plan técnico de salud municipal. De esta forma, se dispone de un medio atractivo para la presentación del trabajo de las autoridades del Sector Salud para que el público tenga la posibilidad de informarse en forma adecuada.

COMPONENTE DE PRESENTACIÓN DE INFORMES. APOYAR LA PRESENTACIÓN DE INFORMES SOBRE LA SALUD EN SUS ASPECTOS BÁSICOS Y LA ORIENTACIÓN A MEDIDAS

Desde la década de 1990, varios estados federales de Alemania aprovechan los informes municipales de salud como una base para fomentar la salud en determinados barrios y manzanas. Sin embargo, a pesar del desarrollo positivo, en la actualidad persisten las demandas de incluir un enfoque orientado a la acción. Persiste también el problema básico de la carencia de datos de salud a nivel micro en áreas delimitadas. En este sentido, el plan técnico puede impulsar la realización de procesos de cooperación entre diferentes sectores dentro de la municipalidad, como salud, asuntos sociales y medio ambiente.

En la primera fase piloto del proyecto en el Estado Federado de NRW se ha comprobado que el enfoque en el plan técnico brinda oportunidades para contrapesar las carencias existentes de datos y mapas en el Sector Salud e iniciar la homologación con los estándares de otros departamentos municipales. Por otro lado, el plan técnico de salud abre perspectivas adicionales para aprovechar las fortalezas existentes del informe de salud municipal y lograr una mejor percepción y eficacia en el ámbito multisectorial. Un plan técnico de salud local también debe permitir el uso dirigido de los recursos con el fin de obtener más datos a escala municipal. Dado que el enfoque del plan técnico de salud apunta a las medidas a tomar (como el mapa de intervenciones), brindará un aporte significativo para fortalecer la orientación a la acción en la presentación de informes municipales sobre la salud.

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

En 2010, las primeras experiencias de la fase piloto mostraron que es recomendable aprovechar las fortalezas de la municipalidad para los planes técnicos de salud. Es posible aprovechar las fortalezas y los enfoques que muestra el informe de salud de la municipalidad (ejemplo, ciudad de Bielefeld) para integrar

partes de proyectos existentes en programas de desarrollo (ejemplo, ciudad de Solingen). También se aprovechan en forma constructiva las fortalezas en la infraestructura municipal, por ejemplo los sistemas de información geográfica (GIS) (ejemplo, ciudad de Unna). La aplicación de los conceptos probablemente progrese a través del desarrollo de elementos individuales a nivel práctico y su interrelación con componentes de la infraestructura, y el arraigo de la idea de desarrollo en las mentes de las personas con capacidad de decisión en el Sector Salud, autoridades involucradas y otros sectores, como en el municipio en general.

A inicios de 2012, los planes técnicos de salud municipales podían considerarse como prototipos. Sin embargo, lo logrado en la planificación técnica de salud como concepto de desarrollo ha llegado a influir sobre la discusión profesional. Actualmente se cuenta con dos prototipos ficticios de planes técnicos locales para concretar e ilustrar el concepto a nivel práctico[681].

En 2013, el Centro Estadual de Salud de NRW (LZC NRW) inició una fase de pruebas de planes técnicos anuales. Dentro de este proyecto se utilizaron dos ejemplos (áreas urbanas de Aquisgrán [Aachen] y la provincia de Unna) como base para la elaboración del plan técnico aprovechando la tecnología GIS, y para profundizar en algunos aspectos de dicho plan.

Los actores suprarregionales interesados en lo político y lo profesional y las instituciones o las asociaciones especializadas (por ejemplo, la Asociación Alemana de Evaluación de Impacto Ambiental [UVP Gesellschaft]) pueden colaborar con el futuro desarrollo de los planes técnicos de salud locales al brindar su importante apoyo.

6.6 Evaluación de impactos y evaluación de la sostenibilidad

Aranka Podhora, Johanna Ferreti

En 2002, la Comisión Europea introdujo el sistema para la estimación de consecuencias de medidas políticas (evaluación de impactos o *impact assessment)* para todas las estrategias políticas relevantes (por ejemplo, directivas, decretos, libros blancos, planes de acción). Alemania siguió voluntariamente el ejemplo de la UE y somete sus proyectos de ley desde el 2009 a una evaluación de sostenibilidad. Este es un componente del sistema para la estimación de las consecuencias de las leyes que data del año 2000. Tanto en la Comisión Europea[682] como en Alemania, estos procesos de evaluación aplicados *ex ante* se emplean para analizar en forma integral las consecuencias para el desarrollo sostenible manteniendo el equilibrio económico, social y ambiental para las generaciones actuales y futuras, por ejemplo en el Ministerio Federal del Interior (BMI)[683]. A escala

681 LZG NRW 2012.

682 Europäischen Kommission 2002; European Commission 2009.

683 BMI 2009.

europea, el manual de la Comisión Europea referente a la evaluación de impactos exige los siguientes seis pasos[684]:

- Planificación de la evaluación de impactos por la dirección general a cargo.
- Instalación de un grupo de conducción para la evaluación de impactos y la organización de consultas con los grupos de interés (*stakeholders*).
- Realización de la evaluación de impactos y elaboración del informe correspondiente.
- Entrega del informe al comité a cargo de la evaluación de impactos.
- Consultas sectoriales y publicación.
- Aplicación de la evaluación de impactos en procesos legislativos.

Además, el manual indica en total 35 áreas de impacto: 11 en economía, 11 en aspectos sociales y 13 en asuntos medioambientales. Para todas estas áreas de impactos, el manual plantea problemáticas y aspectos a tomar en cuenta que puedan tener relevancia en la estimación de las consecuencias. El tema de la salud forma parte directa e indirectamente (tabla 28).

Tabla 28. Unión Europea: temas relevantes de la evaluación de impacto para la salud

Áreas de influencia relevantes para la salud	Elección de problemáticas con áreas de influencia relevantes para la salud (Las preguntas relevantes para la salud están subrayadas)
Estándares y derechos relacionados con la calidad del entorno laboral	• ¿Tiene impacto en la calidad del entorno laboral? • ¿Afecta el acceso de trabajadores o personas en busca de trabajo a la formación técnica o continua? • ¿Afecta la salud, la seguridad o la dignidad de los trabajadores? • ¿Afecta directa o indirectamente los derechos y las obligaciones actuales de los trabajadores? Especialmente respecto de información, consulta y protección contra despidos por la empresa. • ¿Afecta la protección de trabajadores jóvenes? • ¿Afecta directa o indirectamente los derechos y las obligaciones actuales de los empleadores? • ¿Respeta estándares mínimos para el empleo en la UE? • ¿Facilita o restringe la adaptación, la reestructuración y los cambios como consecuencia de la innovación tecnológica en el entorno laboral?
Salud y seguridad pública	• ¿Afecta a la salud o la seguridad de individuos o de la población en general (incluyendo expectativa de vida, mortalidad y morbilidad) debido a los impactos en el ambiente socioeconómico (ambiente laboral, ingresos, educación, ocupación, nutrición)? • ¿Incrementa o disminuye la probabilidad de riesgos de salud por la presencia de sustancias nocivas en el ambiente natural? • ¿Afecta la salud debido a los cambios en el uso de la energía o en el manejo de los residuos? • ¿Afecta a determinantes de salud relacionados con el estilo de vida (dieta, actividad física, uso de tabaco, alcohol o drogas)? • ¿Produce efectos específicos para grupos vulnerables (según edad, sexo, discapacidad, grupo social, movilidad, religión, etc.)?

684 European Commission 2009.

Áreas de influencia relevantes para la salud	Elección de problemáticas con áreas de influencia relevantes para la salud (Las preguntas relevantes para la salud están subrayadas)
Acceso a y efectos de protección social, salud y educación	• ¿Tiene impactos en la calidad de servicios o en el acceso a estos para todos? • ¿Tiene efecto en la educación y la movilidad de los trabajadores (salud, educación, etc.)? • ¿Afecta el acceso de individuos a la educación pública o privada o a ofertas de formación técnica o continua? • ¿Afecta la posibilidad de operar con países vecinos, brindando servicios, realizando envíos y cooperando en general? • ¿Afecta el financiamiento, la organización y el acceso a servicios sociales, de salud y cuidados? • ¿Afecta la independencia académica y de universidades o el autogobierno?
Calidad del aire	• ¿Tiene efecto en emisiones de sustancias ácidas, fotoquímicas, eutróficos o contaminantes nocivos al aire que puedan afectar la salud humana, dañar los cultivos o las edificaciones o el medio ambiente en general (ríos y suelos, por ejemplo)?

Fuente: European Commission 2009.

El BMI ha elaborado un manual acerca de la aplicación de las leyes. Respecto de la evaluación de la sostenibilidad se indica: "Como parte de la búsqueda de alternativas se considerará "la sostenibilidad de acuerdo con la estrategia de sostenibilidad exigida por el Gobierno Federal de Alemania""[685]. En este sentido, es necesario señalar que los impactos de un proyecto se enmarcan en el desarrollo sostenible, considerando sobre todo los efectos de dicho proyecto en el largo plazo[686]. El contenido de la evaluación de impactos en el desarrollo sostenible se realiza de acuerdo con el Informe de Avance para la Estrategia Nacional de Sostenibilidad del Gobierno Federal[687]. La estrategia de sostenibilidad contiene normas de gestión prioritarias y generales, y los indicadores de sostenibilidad correspondientes. Los objetivos y los indicadores referentes al tema de la salud se incluyen en el ámbito de calidad de vida[688] y se presentan en la tabla 29.

685 BMI 2009.

686 Bundesregierung 2009: artículo 44, párrafo 1.

687 BMI 2009.

688 Bundesregierung 2012.

Tabla 29. Alemania: normas de gestión relevantes para la salud, objetivos e indicadores de la estrategia de sostenibilidad del Gobierno Federal e indicadores de salud

Normas de gestión relevantes para la salud	4. Se deben evitar peligros y riesgos inaceptables para la salud humana. 8. La agricultura sostenible tiene que ser productiva y competitiva, pero a la vez amigable con el medio ambiente, cumplir las exigencias de la crianza adecuada de animales y respetar el principio de la protección preventiva de la salud del consumidor.
Objetivos e indicadores (entre paréntesis)	Calidad del aire (13) conservación del medio ambiente sano (contaminación del aire con sustancias nocivas) (14a-e) Salud y alimentación: prolongar la vida y la salud, cuota de fumadores, obesidad (mortalidad precoz)

Fuente: Bundesregierung 2012.

En resumen, en Europa el tema de la salud ocupa un lugar importante en la evaluación de impactos: por un lado, a través del procedimiento establecido en 2002, incluyendo la metodología para la evaluación de impactos; por el otro, mediante la problemática detallada en el manual para aspectos relevantes de salud. En Alemania, la evaluación de sostenibilidad se realiza recién desde 2009. A la fecha se cuenta con un marco institucional y metodológico no muy detallado. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD), en la actualidad no existen disposiciones legales obligatorias para exigir la evaluación de la sostenibilidad[689], lo que deja mucho por desarrollar, tanto en la evaluación del tema de la salud como en la estimación de sus consecuencias. En el manual y las hojas de trabajo disponibles para la estimación de las consecuencias de las leyes se indican procedimientos estándar, que no aportan lo suficiente al procedimiento mismo y a los reales contenidos de las evaluaciones de sostenibilidad[690]. También existen normas de gestión de estrategias de sostenibilidad que ofrecen un marco de orientación más general en comparación con el manual europeo, que sí describen problemáticas claramente definidas. Sin embargo, desde antes de la introducción de la evaluación de sostenibilidad[691], en Alemania ya se aplicaban algunos análisis cuantitativos de riesgos para disposiciones legales en el Sector Salud, con el fin de evaluar las consecuencias de las leyes.

6.7 Análisis climático y cálculos de la vulnerabilidad

Andrea Rüdiger

Se deben considerar aspectos relacionados con el clima o con el aire, tanto para el planeamiento urbanístico como para otros procedimientos medioambientales. El conocimiento y el procesamiento de datos climáticos en capas cercanas

689 OECD 201.

690 BMI 2009.

691 Prognos 2008, 17.

al suelo permiten pronosticar los impactos posibles de planes e intrusiones sobre el clima local. Esto forma parte central de la prevención ambiental y existencial, como en VDI 3785 (2001-02)[692]. La meteorología humana biológica brinda opciones para la evaluación de los efectos en el microclima y en el mesoclima de los seres humanos[693]. Las indicaciones de métodos adecuados de planificación del registro, la evaluación y la presentación de los datos climáticos requeridos figuran en la norma VDI 3787 Hoja 2 (2008-01)[694]. Sobre todo el análisis y la evaluación de los datos térmicos y de contaminación del aire tienen gran importancia para la planificación, porque esta puede influir en dicho análisis y evaluación. Con base en la medición de valores climáticos, de inmisiones y ecológicos, se utilizan modelos de distribución y desplazamiento basados en microescalas y mesoescalas numéricas para realizar el análisis climático local. Con este propósito se aplican parámetros detallados para temperatura del aire, las precipitaciones, el viento (dirección y velocidad), la humedad del aire y la radiación con alta resolución temporal. Al elegir estaciones de medición se toman en cuenta las diferentes estructuras urbanas existentes en el área. Por lo general, se realizan las mediciones con ayuda de unidades móviles completamente equipadas del DWD para complementar las mediciones que se efectúan en las estaciones permanentes. Un elemento importante para la investigación climática en entornos urbanos son los mapas de análisis climático que presentan el resumen de las condiciones climáticas locales en un área determinada. Otros componentes complementarios para la información y el trabajo son:

- Mapas topográficos
- Mapas urbanos
- Planes de ordenamiento territorial municipal
- Planos de fotografías aéreas
- Recorridos para medir temperaturas
- Sobrevuelos para medir temperaturas
- Mediciones meteorológicas, mediciones de la contaminación del aire
- Investigaciones del tránsito
- Encuestas

Para comprender las complejas interacciones del sistema climático y elaborar pronósticos se utilizan modelos climáticos urbanos como conjunto de proyecciones referidas a modelos climáticos regionales (por ejemplo MUKLIMO_3 del DWD).

Se debe considerar que el inventario de las condiciones climáticas urbanas (mapa climático analítico) depende de múltiples factores cuya transformación a enunciados evaluativos para la planificación es una tarea muy compleja. Aplicando la norma VDI 3787 Hoja 9 (2004-12)[695], un mapa con indicaciones para la planificación se considera un instrumento apropiado. Este mapa contiene una evaluación integral de la información procedente de los mapas climáticos analíticos de asun-

692 VDI 2001.

693 Mayer & Matzarakis 1999.

694 VDI 2008b.

695 VDI 2004d.

tos relevantes para la planificación. El tipo, la importancia y la distribución espacial de los cambios climáticos y sus consecuencias dependen considerablemente de la vulnerabilidad de una ciudad, de un bien medioambiental protegido o del uso del entorno (por ejemplo, agrícola, forestal, recreativo). Para estimar la demanda, el tipo, la importancia y la urgencia de las necesarias actividades de adaptación y planificar las medidas aplicables se debe conocer bien la vulnerabilidad específica de la ciudad.

Los efectos del clima, la contaminación del aire y sus impactos en los seres humanos y su salud son complejos. Al realizar una estimación de la vulnerabilidad, generalmente se consideran los siguientes factores:

- Incremento del impacto térmico.
- Incremento del peligro de eventos climáticos extremos.
- Incremento del peligro de enfermedades causadas por vectores.
- Peligros debidos a otros riesgos climáticos para la salud (por ejemplo, enfermedades transmitidas por el agua o los alimentos)[696].

Los impactos en la salud humana pueden ser directos (aumento de la mortalidad durante periodos de calor o por eventos climáticos extremos) o indirectos (difusión de patógenos, baja producción de alimentos o deficiente abastecimiento de agua potable). Sin embargo, la evaluación de la sensibilidad brinda solamente una primera estimación, dado que existen varias posibles causas para un incremento de la mortalidad además del impacto térmico. También puede subir la tasa de mortalidad incluso por un impacto térmico limitado. Otra causa de incertidumbre en la estimación de los impactos del cambio climático en la salud es la sensibilidad de la población frente a impactos térmicos. Además se debe considerar la inexactitud de los propios modelos climáticos. La sensibilidad de la población depende del grado de adaptación y de otras características de la propia población, como también de factores socioeconómicos. Por eso, las condiciones demográficas, socioeconómicas y sociales en general son de importancia para el desarrollo de una ciudad y de la sociedad urbana y, finalmente, también para la situación de la salud humana frente al cambio climático.

696 Véanse explicaciones adicionales en <http://www.stadtklimalotse.de>.

7 Perspectivas

Joachim Hartlik

Los presentes lineamentos deben fomentar la discusión acerca de estándares mínimos y potenciales de desarrollo, con el fin de tomar en cuenta la salud humana como contenido importante en procedimientos de planificación y autorización.

No hay lugar para definiciones abstractas en el ámbito de la sostenibilidad ambiental, de salud o social. Estos conceptos se deben desarrollar tomando en cuenta las condiciones locales concretas (del barrio o de la ciudad). El bien a proteger *salud humana* se define con respecto a los diferentes niveles de planificación y autorización según cada caso individual, aplicando los indicadores correspondientes.

El siguiente paso para fomentar la integración efectiva de aspectos de salud será la elaboración de guías prácticas, con los actuales procesos de planificación y autorización tomando como punto de partida para desarrollar una buena práctica profesional que considere los impactos en la salud.

Partiendo de los aportes fundamentales de los presentes *lineamentos*, dichas guías prácticas a desarrollar deberán incluir estándares mínimos obligatorios para la protección de la *salud humana*. Se requiere entonces una actualización general de los procedimientos de planificación y autorización, y también de proyectos y lugares determinados. Se deben tomar en cuenta el grado de protección y las escalas de evaluación aplicables, considerando características locales y territoriales en relación con el carácter del plan o del proyecto específico.

Características de las guías:

- Tienen una estructura unificada con exigencias mínimas obligatorias. Recomendaciones adicionales tomando en cuenta la *buena práctica profesional* referente al bien a proteger *salud humana*.
- Se ajustan a diferentes requerimientos y condiciones en el entorno.
- Se pueden integrar de manera práctica como flujo de trabajo en la estructura del procedimiento de planificación o autorización.
- Cuentan con elementos de apoyo: listas de control, tablas con escalas de evaluación, técnicas de análisis y pronóstico aplicables.

El grupo de trabajo Salud Humana de la Asociación de Evaluación de Impacto Ambiental se encuentra preparando los siguientes manuales para procedimientos de planificación y autorización:

ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA PLANIFICACIÓN REGIONAL Y EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Los estudios de impacto ambiental de este nivel preliminar generalmente carecen de disposiciones legales vinculantes y toman en cuenta el bien a proteger *salud humana* solamente dentro de la escala de observación aplicada (generalmente 1:25000). En estos casos se trata de un plan o de un proyecto con impactos *espaciales significativos*. Debido a la extensión territorial del área afectada (con frecuencia cientos de km^2 o más), no se pueden considerar los impactos de ámbito local.

Ejemplos de tales procesos son los programas de ordenamiento territorial de estados federados, regiones, departamentos o provincias; procedimientos de ordenamiento territorial para grandes proyectos de infraestructura (autopistas / carreteras nacionales, vías interestatales, vías férreas, vías acuáticas federales, aeropuertos o plantas de generación eléctrica). Estos proyectos de infraestructura tienen en común el hecho de que serán sometidos a una evaluación adicional en la siguiente fase de planificación concreta.

En esta segunda fase se consideran también los impactos locales. Sin embargo, generalmente se toma en cuenta solamente esta alternativa, indicada como más compatible con el ambiente y el territorio, dentro de la comparación de las alternativas consideradas por el plan de ordenamiento territorial. Esto constituye en la práctica una conexión entre el procedimiento de ordenamiento territorial y los trámites subordinados a continuación. El resultado del ordenamiento territorial no es legalmente vinculante para terceros, sin embargo, lo es para las autoridades del nivel subordinado de planificación, que deberán aprobar finalmente la autorización del proyecto. Los resultados del proceso de ordenamiento territorial también se toman en cuenta para el planeamiento urbanístico. Igual que en los casos del territorio y el objeto observado, solamente se cuenta con datos agregados de nivel macro para áreas extensas.

ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO. PLAN GENERAL MUNICIPAL DE ORDENAMIENTO Y PROGRAMA DE ACTUACIÓN URBANÍSTICA

Según la normativa de la Ley de Edificaciones, el Plan General Municipal de Ordenamiento y el Programa de Actuación Urbanística correspondientes deben considerar aspectos medioambientales y de salud (en forma independiente de la evaluación ambiental a realizar según la UVPG). En parte, las indicaciones son claras, por ejemplo: entorno habitacional y laboral saludables, impactos ambientales en seres humanos y su salud o en la población en general.

Por lo tanto, la observación de los impactos concretos a escala local está enfocada en la población. Se debe tomar en cuenta también el nivel superior del ordenamiento territorial regional. Asimismo, se deben considerar sobre todo las actividades respecto de las obligaciones de monitoreo y control que se indican en evaluaciones ambientales estratégicas para determinados planes o programas.

EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA PROCEDIMIENTOS DE AUTORIZACIÓN RELACIONADOS CON DETERMINADOS PROYECTOS, SEGÚN EL ANEXO 1 DE LA LEY FEDERAL DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Esto incluye, por ejemplo: decisiones y autorizaciones para control y funcionamiento según la novena versión del Reglamento Federal para la Protección contra Inmisiones, y los grandes proyectos de infraestructura (autopistas, vías férreas, vías acuáticas federales, aeropuertos) autorizados mediante el procedimiento de planificación.

Los procedimientos requeridos en el marco de la Ley Federal para la Protección contra Inmisiones implican una obligación relativamente limitada de los aspectos ambientales. Estas obligaciones se refieren en forma restringida a los requisitos legales de la autorización ambiental. Así, dejan poca libertad de acción para objetivos ambientales "mínimos" y sin base legal. En cambio, el procedimiento es distinto cuando se trata de la autorización de proyectos. En este caso se exige un completo programa de evaluación, tomando en cuenta numerosos aspectos relevantes; ya que la autoridad encargada cuenta con amplias posibilidades para interpretar a discreción y considerar adecuadamente aspectos medioambientales y de salud.

Dado que dicho procedimiento es la base para la autorización final que concentra diferentes autorizaciones parciales especializadas, este nivel de detalle se extiende hasta el nivel local.

Glosario

agentes nocivos. Son sustancias (contaminantes) o factores del medio ambiente que pueden generar efectos adversos en organismos u órganos corporales o en sus funciones.

ámbito social. Término que nace de la sociología urbana y de la pedagogía. Un ámbito social se caracteriza por una determinada ubicación y extensión territorial. Puede corresponder a una ciudad completa, dos distritos aledaños, una urbanización, una manzana o un edificio determinado. Además, un ámbito social puede ser rural (pueblo, comunidad rural) o urbano. En lo administrativo se usa el término ámbito social para describir un área administrativa (por ejemplo, sector, zona de tránsito). Sin embargo, el ámbito social es más que solamente un área territorial, es también un espacio de vida. Este espacio se forma a través de las acciones de los habitantes y se percibe y evalúa en una determinada perspectiva. Desde un punto de vista subjetivo, diferentes grupos poblacionales pueden concurrir a un mismo ámbito social con distintos objetivos, lo cual puede generar una competencia por su uso. El concepto de ámbito social permite la conexión entre el entorno geográfico y territorial y la actuación social. Desde hace mucho tiempo se utiliza en el trabajo social, pero también se aplica en la planificación y el desarrollo urbano (por ejemplo, ciudad social, barrios urbanos con necesidades especiales de desarrollo).

Kessl, F., Reutlinger, Ch., Maurer, S. & Frey, O. (eds.). (2005). *Handbuch Sozialraum*. VS Verlag, Wiesbaden.

bienes a proteger, evaluación de impacto ambiental. Según la UVPG, el término "medio ambiente" significa el conjunto del ser humano y su salud, animales, plantas, diversidad biológica, suelo, agua, aire, clima, paisajes, bienes culturales, bienes materiales y sus interrelaciones.

bienestar. El bienestar es la clave para definir la salud, dado que existe una estrecha relación entre salud, impactos adversos para la salud y bienestar. La literatura indica ocasionalmente conceptos muy diferentes para definir el bienestar, por ejemplo, al diferenciar entre bienestar subjetivo y objetivo. El bienestar objetivo se rige sobre todo por las condiciones de vida materiales y sociales concretas, lo que incluye áreas como salud, educación, trabajo, condiciones sociales, medio ambiente, seguridad, vivienda, recreación, etc. En cambio, el bienestar subjetivo se refiere a aspectos como la alegría y el sentirse bien, incluyendo el bienestar físico (ausencia de dolencias físicas), psíquico (optimismo,

alegría) y un componente de valoración afectiva. Se caracteriza por el sentimiento momentáneo referido a la situación específica y el bienestar habitual basado en experiencias emocionales anteriores, para formar una característica relativamente estable. El bienestar subjetivo se basa en la evaluación de la propia vida y mide el grado general de conformidad con esta. Para la medición del bienestar se cuenta con un amplio rango de herramientas estándar para determinar diferentes valores cualitativos y cuantitativos (por ejemplo, conformidad de una persona con determinada área de su entorno como la calidad ambiental). Posteriormente se establecen conexiones, por ejemplo entre el grado de bienestar y datos de morbilidad, relacionados con la salud mental y física.

Abele, A. & Becker, P. (1994). *Wohlbefinden: Theorie - Empirie - Diagnostik*. Juventa Verlag, Weinheim.

Diener, Ed., Suh, E. & Oishi, S. (1997). Recent Findings on Subjective Well-Being. *Indian Journal of Clinical Psychology*, *24*(1), 25-41.

comparación de variantes. La comparación de variantes es necesaria para la evaluación ambiental con el fin de determinar un *ranking* de las diferentes variantes según aspectos ambientales. En un primer paso, se determina la variante ambientalmente más favorable, para posteriormente indicar la mejor variante para cada bien a proteger. Acto seguido, se aplican argumentos comprensibles para determinar la variante que, en términos generales, sea la más amigable para el medio ambiente y la más indicada.

documentos de la solicitud para la evaluación del impacto ambiental alemán. Según el artículo 6 de la UVPG, el titular del proyecto debe proveer la documentación necesaria sobre el impacto ambiental del proyecto. Las exigencias mínimas de estos documentos se indican en los párrafos 3 y 4 del artículo 6. Generalmente, se exigen los siguientes: planos técnicos del proyecto (versión según el avance concreto de la planificación), análisis de impactos ambientales (usualmente en forma de un estudio de impacto ambiental o un análisis de compatibilidad ambiental), eventualmente estudios complementarios (inmisiones, hidrológico, geológico, mapas de biotopos, estudios de salud relevantes, por ejemplo HIA).

ecología humana. "La ecología humana es una nueva disciplina científica. Se enfoca en las relaciones y las interacciones entre sociedad, ser humano y medio ambiente, basándose en el principio de la consideración integral de aspectos físicos, culturales, económicos y políticos. El término "ecología humana" proviene de los trabajos sociológicos de la Escuela de Chicago en el año 1920. Luego, su uso se difunde como perspectiva de la investigación en ciencias naturales, sociales, de planificación y en la medicina". De acuerdo a esto, la ecología humana es interdisciplinaria y ocupa un lugar en la intersección de distintas disciplinas científicas al presentar un concepto integral de las relaciones del ser humano con su medio ambiente.

Portal electrónico de la Deutsche Gesellschaft für Humanökologie e.V. <www.dg-humanoekologie.de/>.

efecto de proyecto. Véase "factores de impacto".

estudio de impacto ambiental. El estudio de impacto ambiental es la parte central de la EIA. Contiene la descripción del proyecto y las alternativas consideradas, la situación actual de los bienes a proteger tomando en cuenta posibles cargas existentes, los pronósticos y la evaluación profesional de las consecuencias para los bienes a proteger. Generalmente, un perito elabora esta evaluación por encargo del titular del proyecto. El artículo 6 de la UVPG indica las exigencias mínimas del estudio de impacto ambiental. Estas se refieren a la documentación a ser incluida en la solicitud, mientras en la práctica se habla directamente del estudio de impacto ambiental. Además existen una serie de lineamentos no legales para determinados proyectos, que indican concretamente las exigencias de acuerdo con las buenas prácticas (planificación de carreteras, vías férreas, vías acuáticas, etc.). Con frecuencia, el estudio de impacto ambiental se complementa con diversos peritajes que forman parte de este. Según el artículo 6, párrafo 3, frase 2, y párrafo 4, frase 2, de la UVPG, se exige un resumen no técnico, comprensible para todo público, que resuma los principales hallazgos del estudio de impacto ambiental.

evaluación de impacto ambiental. Componente subordinado de los procesos administrativos para decidir acerca de la certificación ambiental de un proyecto. La EIA incluye la detección temprana, la descripción y la evaluación de los posibles impactos ambientales, aplicando supuestos unificados para considerar el principio de prevención ambiental efectiva. Los procedimientos y los contenidos se rigen por la UVPG, la cual señala sus exigencias mínimas.

evaluación profesional. La evaluación profesional del impacto ambiental constituye una propuesta para la evaluación presentada por un perito y es parte del estudio de impacto ambiental. La autoridad responsable de la EIA según el artículo 12 de la UVPG, revisa esta propuesta, para luego aplicarla o reemplazarla por una evaluación propia. Para facilitar la comparación, dicha evaluación profesional se basa en determinadas escalas de evaluación.

factores de impacto. En el contexto de la UVPG, los factores efectivos de un proyecto son responsables por los cambios y las consecuencias para los bienes ambientales protegidos. Dichos factores efectivos pueden ser de carácter temporal (por ejemplo, durante la construcción o el cierre de la instalación) o permanentes (durante la operación o debido a la instalación misma). Pueden ser emisiones de contaminantes, radiación, ruido, sacudidas, calor, luz, etc., cambios en la estructura del suelo (por ejemplo, sellado o compactación) o impactos visuales adversos en el aspecto escénico del paisaje. En esta categoría caben también cambios de las estructuras sociales territoriales que tengan consecuencias para el bienestar del ser humano.

impactos ambientales. Según el artículo 2 (1) de la UVPG, se trata de todos los impactos directos o indirectos del proyecto sobre seres humanos, plantas, animales, suelo, agua, aire, clima, paisaje, bienes culturales y otros bienes, así como de las interacciones entre dichos bienes a proteger.

Véase también "relevancia".

interacciones. En el contexto de la UVPG, el término "interacciones" se refiere a todo tipo de relación existente en una estructura ecosistémica que integra el medio ambiente (energía, materia, información) con los diferentes bienes a proteger. La consideración de las interacciones es importante para evitar que el problema afecte a un bien a proteger por proteger otro diferente.

medio ambiente (en un sentido amplio). La definición desde un punto de vista de ecología humana de Graumann y Kruse concibe el medio ambiente como un sistema de interrelaciones entre diferentes ambientes vitales del ser humano: medio ambiente social, cultural, tecnológico (construcciones, tecnología) y natural. Según Meyer y Sauter, el término "medio ambiente" se refiere a todo lo que existe en el entorno de un objeto (por ejemplo, un ser humano). Las personas experimentan su medio ambiente como la combinación de condiciones físicas, químicas, biológicas, sociales, culturales y económicas que determinan sus vidas. Esta definición integra explícitamente factores sociales y ecológicos y condiciones de vida (trabajo, vivienda, entorno habitacional, alimentación, educación, etc.).

Graumann, C. F. & Kruse, L. (2003). Räumliche Umwelt. Die Perspektive der humanökologisch orientierten Umweltpsychologie. En P. Meusburger & T. Schwan (eds.), Humanökologie. Ansätze zur Überwindung der Natur-Kultur-Dichotomie. Franz Steiner, Wiesbaden, 239-256.

Meyer, R. & Sauter. A. (1999). TA-Projekt Umwelt und Gesundheit - Endbericht. Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag. TAB-Arbeitsbericht Nr. 63. Deutscher Bundestag, Berlin.

medio ambiente (en un sentido delimitado). Con frecuencia se usa una definición estricta para el término medio ambiente, a veces como sinónimo de naturaleza, limitándose de esta manera al entorno natural del ser humano y sus interrelaciones físicas, químicas, biológicas y orgánicas. En este sentido, el medio ambiente natural viene a ser el espacio entre la corteza exterior terrestre y la atmósfera superior, siendo ese el espacio donde suceden dichas interacciones físicas y materiales entre los elementos medioambientales (agua, aire, suelo, etc.) y los seres vivos. Incluso el Consejo Científico de la República Federal de Alemania (Wissenschafstrat) comparte esta visión delimitada del medio ambiente en su definición: "la totalidad de procesos y ambientes donde se producen interacciones entre naturaleza y civilización".

Wissenschaftsrat. (1994). Stellungnahme zur Umweltforschung in Deutschland. Tomo 1. Wissenschaftsrat, Köln.

pronóstico de impactos. Se trata de una etapa dentro del estudio de impacto ambiental dirigida a estimar concretamente los impactos previstos del proyecto para el medio ambiente. Dependiendo del tipo de impacto, se pueden hacer pronósticos cuantitativos basados en cálculos de distribución (contaminantes del aire o inmisiones de sonido) o cualitativos en forma de escenarios o analogías (descripción verbal de efectos de barrera para determinadas especies animales).

protección de la naturaleza. La definición general antropocéntrica y transdisciplinaria de Erdmann y Bork es la siguiente: "La protección de la naturaleza [...] es una tarea social intermediaria que abarca todo el territorio y la totalidad de ideas, conceptos, estrategias, instrumentos y medidas con miras a proteger, cuidar, desarrollar y rehabilitar la naturaleza y el paisaje, incluyendo sus componentes bióticos y abióticos, con el fin de garantizar el bienestar del ser humano". De acuerdo con esta concepción, Heiland define la protección de la naturaleza como una tarea política y social que excede ampliamente las definiciones anteriores.

Erdmann, K-H. & Bork, H-R. (2004). Geographie und Naturschutz - politisches Handlungsfeld mit räumlichen Implikationen. *Standort, 3*, 108-112.

Heiland, S. (2000). Sozialwissenschaftliche Dimensionen des Naturschutzes: Zur Bedeutung individueller und gesellschaftlicher Prozesse für die Naturschutzpraxis. *Natur und Landschaft*,*75*(6), 242-249.

relevancia. La categoría de la relevancia de los impactos ambientales dentro del estudio de impacto ambiental aplica el término de la relevancia de decisiones según el artículo 6 de la UVPG. En este sentido, solamente los impactos ambientales de cierta significancia o intensidad se consideran en el proceso. La consideración de la relevancia depende de las exigencias ambientales y legales previstas en relación con la certificación. En algunos casos existen definiciones claras (por ejemplo, Ley Federal para la Protección contra Inmisiones), en otros casos se aplican términos legales poco claros sujetos a interpretación (por ejemplo, Ley Federal de Conservación de la Naturaleza y de Gestión del Paisaje).

Véase también "impactos ambientales".

riesgo unitario (*unit risk***).** Este término se refiere al riesgo estimado adicional de contraer cáncer por una exposición a lo largo de toda la vida (70 años) mediante inhalación de una sustancia nociva equivalente a 1 µg/m^3.

salud. La salud es el "estado de bienestar de una persona, que existe cuando dicha persona —dentro de sus posibilidades y objetivos— vive en equilibrio psicológico y social con las condiciones externas de su entorno. En este sentido, la salud constituye un estado en equilibrio, que no siempre se puede dar por sentado, entre factores de riesgo y protección, y cambia potencialmente en cada momento de la vida. Al lograr dicho equilibrio, la vida se llena de alegría y sentido, fomenta el desarrollo productivo de las competencias y potencialidades personales, la integración y el compromiso con la sociedad".

Hurrelmann, K.(2010). *Gesundheitssoziologie. Eine Einführung in sozialwissenschaftliche Theorien von Krankheitsprävention und Gesundheitsförderung* (séptima edición).: Juventa Verlag, Weinheim München, p. 146.

salutogénesis. Esta perspectiva fue desarrollada por el sociólogo médico Aaron Antonovsky (1923-1994) en la década de 1970. A diferencia de la patogénesis, la salutogénesis se enfoca en determinar las causas y las condiciones necesarias para lograr y conservar un buen estado de salud. Al aplicar este concepto como base para el fomento de la salud se trata de aumentar los recursos individuales y sociales que permiten mejorar la salud, el bienestar y la calidad de vida. De esta forma de reducen los riesgos de salud y se previenen potenciales enfermedades. (Antonovsky 1997).

scoping (delimitación de problemas). Según el artículo 5 de la UVPG, la autoridad encargada debe informar, generalmente mediante oficio, al titular del proyecto sobre la documentación requerida. En el marco de este proceso se deben involucrar a otras autoridades competentes, peritos o terceros.

En el proceso de HIA también se considera este paso, que sirve para determinar el procedimiento a seguir, por ejemplo, instalación del consejo de HIA, determinación de métodos a aplicar, etc.

vulnerabilidad. Significa una mayor probabilidad de enfermedades, discapacidad y mortalidad. Es más frecuente en personas que pertenecen a grupos con participación limitada o incompleta en la sociedad (por ejemplo, desempleados, adultos mayores), que viven en condiciones materiales precarias o de pobreza (véase el informe del Consejo de Expertos respecto de la evaluación del sistema de salud). Para el Sector Salud, la vulnerabilidad de determinados grupos de personas significa que existe un riesgo de morbilidad y mortalidad elevado para ellos. Son diferentes las causas potenciales y las interacciones para que determinadas personas desarrollen mayor vulnerabilidad o sean más sensibles a efectos adversos para su salud. En la literatura acerca de la categorización de grupos vulnerables por lo general se señalan los siguientes factores:

- Género en determinadas etapas de vida (por ejemplo, embarazo)
- Factores étnicos (integrar una minoría étnica)
- Estatus social bajo, situación socioeconómica de pobreza en combinación con las condiciones de vida o la situación correspondientes
- Edad: a cierta edad (niños, adultos mayores) se eleva la vulnerabilidad por diferentes razones
- Marginados de la sociedad (por ejemplo, personas sin hogar)
- Capacidades físicas o mentales restringidas (combinadas con frecuencia con déficit de información o negligencia en el cuidado personal de la salud, etc.)

Bibliografía

Abraham, A., Sommerhalder, K., Bolliger-Salzmann, H. & Abel, T. (2007). *Landschaft und Gesundheit: Das Potenzial einer Verbindung zweier Konzepte*. Universität Bern, Bern.

AGLMB (Arbeitsgemeinschaft der Leitenden Medizinal-Beamtinnen, -Beamten der Länder). (1995). *Standards zur Expositionsabschätzung, Bericht des Ausschusses für Umwelthygiene*. Behörde für Arbeit Gesundheit und Soziales, Hamburg.

AGS (Ausschuss für Gefahrstoffe) & BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin).

(2008). *Bekanntmachung 910, Risikowerte und Expositions-Risiko-Beziehungen für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen, Ausgabe Juni 2008, zuletzt geändert und ergänz*. AGS & BauA, Berlin.

Ahlbom, A., Day, N., Feychting, M., Roman, E., Skinner, J., Dockerty, J., M., McBride, M., Michaelis, J., Olsen, J. H., Tynes, T. & Verkasalo, P. K. (2000). A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br. J. of Cancer* 83(5), 692-698.

Altgeld, T. (2011). Gesundheitliche Chancengleichheit. In: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) (Hrsg.), *Leitbegriffe der Gesundheitsförderung und Prävention. Glossar zu Konzepten, Strategien und Methoden in der Gesundheitsförderung*. (5. Aufl.). Verlag für Gesundheitsförderung, Werbach-Gamburg, 110-114.

Amonn, J., Kersting, V. & Strohmeier, K.-R. (2008). *Schritte zu einer kleinräumigen Gesundheitsberichterstattung für Nordrhein-Westfalen. Anregungen für die kommunale Praxis am Beispiel Kinder- und Jugendgesundheit*. LIGA NRW, Düsseldorf (= Reihe LIGA. Praxis, Bd. 1).

ARGEBAU (Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen). (2001). Mustererlass zur Berücksichtigung von Flächen mit Bodenbelastungen, insbesondere Altlasten, bei der Bauleitplanung und im Baugenehmigungsverfahren. Projektgruppe Altlasten im Bauplanungsrecht. ARGEBAU, St. Pauls / Eppan.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). (2011). *Minimal Risk Level*. ATSDR, Atlanta GE.

Baan, R., Grosse, Y., Lauby-Secretan, B., Ghissarssi, F. E., Bouvard, V., Benbrahim-Talla, L., Guha, N., Islami, F., Galichet, L. & Straif, K. on behalf of the WHO IARC Monograph Working Group. (2011). Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. *Lancet Oncology* 12(7), 624-626.

Babisch, W. (2002). Physikalische Einflussfaktoren Teil 1: Lärm. In: Beyer, A. & Eis, D. (Hrsg.), *Praktische Umweltmedizin, Band 2: Klinik, Methoden, Arbeitshilfen*. Springer, Berlin / Heidelberg.

Babisch, W. (2011): Quantifizierung des Einflusses von Lärm auf Lebensqualität und Gesundheit. *Umwelt und Mensch Informationsdienst* 1, 28-36.

BAFU (Bundesamt für Umwelt). (2009). *Niederfrequente Magnetfelder und Krebs. Bewertung von wissenschaftlichen Studien im Niedrigdosisbereich. Stand: August 2008, 34/09*, BAFU, Bern.

Balla, S., Wulfert, K. & Peters, H-J. (2008). *Leitfaden zur Strategischen Umweltprüfung (SUP)*. UBA, Dessau-Roßlau.

Bär, G., Böhme, C. & Reimann, B. (2010). *Mehr Gesundheit im Quartier – Prävention und Gesundheitsförderung in der Stadtteilentwicklung*. Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin (= Reihe Edition Difu – Stadt Forschung Praxis, Bd. 9).

Barton, H. & Grant, M. (2006). A health map for the local human habitat. *The Journal of the Royal Society for the Promotion of Health* 126(6), 252-253.

Becker, P. & Schust, M. (1996). Gesundheitsgefährdung durch Infraschall – Bestandsaufnahme. Pressemitteilungen n.º 052-13. BMU, Berlin.

Bencic, W., Kastner, K. & Reif, M. (2009). Inanspruchnahme von Krankenversorgung durch vulnerable Gruppen. *Gesundheitswissenschaften*. Dokumente 22. Universität Linz, Linz.

Berg-Beckhoff, G. & Schüz, J. (2013). Nicht-ionisierende elektromagnetische Felder – Epidemiologie. In: Wichmann, H. E., Schlipköter H.-W. & Fülgraff, G. (Hrsg.), *Handbuch der Umweltmedizin. Toxikologie – Epidemiologie – Hygiene – Belastungen – Wirkungen – Diagnostik – Prophylaxe*. Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm, Heidelberg, VII-2.1.1.

Berglund, B., Hassmén, P. & Soames Job, R. F. (1996). Sources and effects of low-frequency noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 99(5), 2985-3002.

BfS (Bundesamt für Strahlenschutz). (2005). *Positionsbestimmung des BfS zu Grundsatzfragen des Strahlenschutzes. Leitlinien Strahlenschutz des BfS*. BfS, Salzgitter.

BfS (Bundesamt für Strahlenschutz). (2013a). *Ergebnisse des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms zu weiteren möglichen biologischen und gesundheitlichen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder*. BfS, Salzgitter.

BfS (Bundesamt für Strahlenschutz). (2013b). *Rechtliche Grundlagen, Grenzwerte und Vorsorge*. <http://www.bfs.de/de/elektro/hff/grenzwerte.html>.

BioInitiative. (2007). *A rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF)*. BioInitiative Working Group, University of Albany, New York, NY.

BMAS (Bundesministerium für Arbeit und Soziales). (2013). *Bekanntmachung von Technischen Regeln TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte"*. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, BMAS, Berlin.

BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) & MRI (Max Rubner-Institut). (2008). *Nationale Verzehrsstudie II, Teil 2. Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen.* MRI / Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe.

BMI (Bundesministerium des Inneren). (2009). *Arbeitshilfe zur Gesetzesfolgenabschätzung*. BMI, Berlin.

BMU (Bundesminister für Umwelt, Naturschutz, und Reaktorsicherheit). (1986*). Leitlinien Umweltvorsorge*. Umweltbrief n.º 33. BMU, Bonn.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, und Reaktorsicherheit.). (1997). *Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung in Deutschland*. Bericht der Bundesregierung anläßlich der UN-Sondergeneralversammlung im Juni 1997 in New York. BMU, Bonn.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, und Reaktorsicherheit). (2008). *Handeln gegen Feinstaub*. BMU, Berlin.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, und Reaktorsicherheit). (2012). *Immissionsschutzrecht in Deutschland, Hintergrund, Stand Mai 2008*. BMU, Berlin.

BMUB (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. (2013). *Vorschriften zum Schutz vor elektromagnetischen Feldern werden erneuert*. Pressemitteilungen n.º 052-13. BMUB, Berlin. <http://www.bmub.bund./presse/pressemitteilungen/pm/artikel/vorschriften-zum-schutz-vor-elektromagnetischen-feldern-werden-erneuert/>.

BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung). (2009). *Soziale Stadt – Arbeitshilfe Monitoring*. Bundesinstitut für Bau-, Staad- und Raumforshcung im Bundesamt für Bauwesen und Rumordnugn (BBSR), Berlin.

Bolte, G. & Kohlhuber. M. (2006). Soziale Ungleichheit und Gesundheit: Erklärungsansätze aus umweltepidemiologischer Sicht. In: Richter, M. & Hurrelmann, K. (Hrsg.), *Gesundheitliche Ungleichheit*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

Bolte, G., Bunge, C., Hornberg, C., Köckler, H. & Mielck, A. (2012*). Umweltgerechtigkeit – Chancengleichheit bei Umwelt und Gesundheit: Konzepte, Datenlage und Handlungsperspektiven*. Huber-Verlag, Bern.

Bonacker, M., Heinrichs, E. & Schwedler, H. U. (2008). *Silent City. Umgebungslärm, Aktionsplanung und Öffentlichkeitsbeteiligung. Handbuch zur kommunalen Lärmminderung*. UBA / Europäische Akademie für städtische Umwelt, Berlin.

Bornkessel, C., Schramm, A. & Neikes, M. (2002). *Elektromagnetische Felder in NRW. Untersuchung der Immissionen durch Mobilfunk Basisstationen*. Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik (IMST) GmbH, Kamp-Lintfort.

Bowen, W. (2002): An analytical review of environmental justice research: What do we really know? *Environmental Management* 29(1), 3-15.

Braubach, M. & Fairburn, J. (2010). Social inequities in environmental risks associated with housing and residential location – A review of evidence. *European Journal of Public Health* 20(1), 36-42.

Brauer, M., Gehring, U., Brunekreef, B., De Jongste, J., Gerritsen, J., Rovers, M., Wichmann, H. E., Wijga, A. & Heinrich, J. (2006). Traffic-Related Air Pollution and Otitis Media. *Environmental Health Perspectives* 114(9), 1414-1418.

Bruckmann, P. (2009). Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Politik am Beispiel der EU-Luftqualitäts-Richtlinien. *Umweltmed. Forsch. Prax.* 14(5), 268-269.

Brulle, R. J. & Pellow, D. N. (2006). Environmental Justice: Human health and environmental inequalities. *Annual Review Public Health* 27, 103-124.

Buchner, K. & Schwab, M. (2013). Die Grenzwerte der 26. BImSchV: Naturwissenschaftliche und juristische Defizite. *ZUR* 4, 212-219.

Bucksch, J., Claßen, T., Geuter, G. & Budde, S. (2012). *Bewegungs- und Gesundheitsförderliche Kommune – Evidenzen und Handlungskonzept für die Kommunalentwicklung – ein Leitfaden*. LZG-NRW, Bielefeld.

Budzinski, B. I. (2011). Von der Versorgung ohne Auftrag zur Bestrahlung ohne Gesetz. *NVwZ* 19, 1165-1161.

Budzinski, B. I. (2013). Nach der Novellierung der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung 2013: Endlich Schutz vor Elektro-Smog und Mobilfunkstrahlung? *Natur und Recht* 35(9), 613-622.

BUND NRW (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland Landesverband Nordrhein-Westfalen). (2004). *Windkraft in Nordrhein-Westfalen – regionalplanerische Steuerungselemente und Argumente.* BundPosition. Eigenverlag, Düsseldorf.

Bundesregierung. (2008). *Der 3. Armuts- und Reichtumsbericht der Bundesregierung*. Lebenslagen in Deutschland. BMAS, Berlin.

Bundesregierung. (2009). *Gemeinsame Geschäftsordnung der Bundesministerien*. BMI, Berlin.

Bundesregierung. (2012). *Nationale Nachhaltigkeitsstrategie. Fortschrittsbericht 2012*. Berlin.

Bunge, C. & Katzschner, A. (2009*). Umwelt, Gesundheit und soziale Lage. Studien zur sozialen Ungleichheit gesundheitsrelevanter Umweltbelastungen*. UBA, Berlin.

Busby, C., Lengfelder, E., Pflugbeil, S. & Schmitz-Feuerhake, I. (2009). The evidence of radiation effects in embryos and fetuses exposed to Chernobyl fallout and the question of dose response. *Medicine, Conflict and Survival* 25(1), 20-40.

BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft). (1999). *Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV). Erläuternder Beric*ht. BUWAL, Bern.

BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft). (2005). *Elektrosmog in der Umwelt*. BUWAL, Bern.

BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit). (2013a)*. BVL L 00.00-19/E, 2003-12: Untersuchung von Lebensmitteln – Bestimmung von Elementspuren in Lebensmitteln – E: Leistungskriterien, allgemeine Festlegungen, Probenvorbereitung (Übernahme der gleichnamigen Deutschen Norm DIN EN 13804, Ausgabe September 2002) Verfahrensprinzipien: Allgemeine Festlegungen*. BVL, Braunschweig.

BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit). (2013b). *BVL L 00.00-19/1, 2003-12: Untersuchung von Lebensmitteln – Bestimmung von Elementspuren in Lebensmitteln – Teil 1: Druckaufschluss (Übernahme der gleichnamigen Deutschen Norm DIN EN 13805, Ausgabe Juni 2002) Verfahrensprinzipien: Druckaufschluss*. BVL, Braunschweig.

BWEA (British Wind Energy Association). (2005). *Low Frequency Noise and Wind Turbines 2005*. BWEA Briefing Sheet. BWEA, London.

Claßen, T. (2013). Lärm macht krank! – Gesundheitliche Wirkungen von Lärmbelastungen in Städten. *Informationen zur Raumentwicklung* 3, 223-234 (Themenheft „Stadt statt Lärm").

Claßen, T, & Kistemann, T. (2010). Das Konzept der Therapeutischen Landschaften. *Geographische Rundschau* 62(7/8), 40-46.

Claßen, T., Heiler, A. & Brei, B. (2012). Verteilung und gesundheitliche Bedeutung von Grünräumen im urbanen Raum – längst nicht alles im „grünen Bereich". In: Bolte, G., Bunge, C., Hornberg, C., Köckler, H. & Mielck, A. (Hrsg.), *Umweltgerechtigkeit durch Chancengleichheit bei Umwelt und Gesundheit – Konzepte, Datenlage und Handlungsperspektiven*. Verlag Hans Huber, Bern, 113-123.

COMARE (Committee on Medical Aspects of Radiation in the Environment). (2011*). Fourteenth report*. <www.comare.org.uk/press_releases/documents/COMARE14report.pdf>.

Dahlgren, G. & Whitehead, M. (1991). *Policies and strategies to promote social equity in health*. Stockholm Institute for Further Studies, Stockholm.

Dannheim, B., Franke, B., Hirsch, H., Hoffmann, W., Koehnlein, W., Kuni, H., Neumann, W., Schmitz-Feuerhake, I. & Zahrnt, A. (2000). *Strahlengefahr für Mensch und Umwelt. Bewertungen der Anpassung der deutschen Strahlenschutzverordnung an die Forderungen der EU-Richtlinie 96/29/Euratom*. Otto Hug Strahleninstituts e. V., Bonn.

Delschen, T. & König, W. (1998). Untersuchung und Beurteilung von Kulturböden im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Pflanze. In: Rosenkranz, D., Bachmann, G., Einsele, G. & Harress, H. (Hrsg.), *Handbuch Bodenschutz. Ergänzbares Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser.* Erich Schmidt Verlag, Berlin, Band 2, 1-27.

Derelanko, M. J. & Hollinger, M. A. (1995). *CRC Handbook of Toxicology*. CRC Press, Boca Raton, FL.

Dersee, T. *et al.* (2007). Die Elbmarschleukämien – Stationen einer Aufklärung. Dokumentation. *Strahlentelex* 480-481, 1-8.

Desai, N. R., Kesari, K. & Agarwal, A. (2009). Pathophysiology of cell phone radiation: Oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system. *Reproductive Biology and Endocrinology* 7, 114.

DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft). (2012). *MAK- und BAT-Werte-Liste 2012, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mittelung 48*. Wiley-VCH Verlag, Weinheim.

Di Fabio, U. (1991). Entscheidungsprobleme der Risikoverwaltung. *Natur und Recht* 13(8), 353-359.

Diez Roux, A. V. & Mair, C. (2010). Neighborhood and Health. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1186 (Issue: The Biology of Disadvantage), 125-145.

DIN (Deutsches Institut für Normung). (1995a). *DIN 45669-1 (1995-06). Messung von Schwingungsimmissionen – Teil 1: Schwingungsmesser; Anforderungen, Prüfung*. Beuth Verlag, Berlin.

DIN. (1995b). *DIN 45669-2 (1995-06). Messung von Schwingungsimmissionen – Teil 2: Meßverfahren*. Beuth Verlag, Berlin.

DIN. (1996). *DIN 18123 (1996-11). Baugrund – Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Korngrößenverteilung*. Beuth Verlag, Berlin.

DIN. (1997a). *DIN 45680 (1997-03). Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft*. Beuth Verlag, Berlin.

DIN. (1997b). *DIN 19730 (1997-06). Bodenbeschaffenheit – Extraktion von Spurenelementen aus Böden mit Ammoniumnitratlösung*. Beuth Verlag, Berlin.

DIN. (1999a). *DIN 4150-3 (1999-02). Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlage*. Beuth Verlag, Berlin.

DIN. (1999b). *DIN 4150-2 (1999-06). Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden*. Beuth Verlag, Berlin.

DIN. (2002a). *DIN 18005-1 (2002-07). Schallschutz im Städtebau – Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung*. Beuth Verlag, Berlin.

DIN. (2002b). *DIN 11277 (2002-08). Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden – Verfahren mittels Siebung und Sedimentation*. Beuth Verlag, Berlin.

DIN. (2004*). DIN 19738 (2004-07). Bodenbeschaffenheit – Resorptionsverfügbarkeit von organischen und anorganischen Schadstoffen aus kontaminierten Bodenmaterial*. Beuth Verlag, Berlin.

DIN. (2013). *DIN 45680 (2013-09). Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen*. Beuth Verlag, Berlin.

DIN ISO. (1997). *DIN ISO 11466 (1997-06). Bodenbeschaffenheit – Extraktion in Königswasser löslicher Spurenelemente (ISO 11466:1995)*. Beuth Verlag, Berlin.

DIN ISO. (2004). *DIN ISO 15800 (2004-07). Bodenbeschaffenheit – Charakterisierung von Böden im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Mensch*. Beuth Verlag, Berlin.

Dragano, N., Hoffmann, B., Moebus S. *et al.* on behalf of the Heinz Nixdorf Recall Study Investigative Group. (2009). Traffic exposure and subclinical cardiovascular disease: Is the association modified by socioeconomic characteristics of individuals and neighbourhoods? Results from a multilevel study in an urban region. *Occupational and Environmental Medicine* 66(9), 628-635.

ECHA (European Chemicals Agency). (2010). *Guidance on information requirements and chemical safety*, Chapter R. 8: Characterisation of dose (concentration)-response for human health, Version 2, December 2010, ECHA-2010-G-19-EN. ECHA, Helsinki.

ECHA (European Chemicals Agency). (2012). *Guidance on information requirements and chemical safety assessment, Exposure Scenario Format in Part D: Exposure scenario building, Part F: CSR Format*, Version 2.1, November 2012, ECHA-10-G-11-EN. ECHA, Helsinki.

ECRR (European Committee on Radiation Risk). (2003). *Health Effects of Ionising Radiation Exposure at Low Doses for Radiation Protection Purposes. 2003 Recommendations of the ECRR*. Green Audit, Brussels.

EFSA (European Food Safety Authority). (2011). Overview of the procedures currently used at EFSA for the assessment of dietary exposure to different chemical substances. *EFSA Journal* 9(12), 2490 [on line]. doi:10.2903/j.efsa.2011.2490.

EHFRAN (European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure). (2012). *Risk analysis of human exposure to electromagnetic fields (revised).October 2012*. EFHRAN, Luxemburg.

Eikmann, T., Harpel, S. & Herr, C. (2006). Gibt es demnächst Grenzwerte für Bioaerosole? – Ein Kommentar aus umweltmedizinischer und präventivmedizinischer Sicht. *Umweltmed. Forsch. Prax*. 11(1), 32-34.

Eikmann, T., Heinrich, U., Heinzow, B. & Konietzka, R. (1999). Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen – Toxikologische Basisdaten und ihre Bewertung. In Eikmann, T., Heinrich, U., Heinzow, B. & Konietzka, R. (Hrsg.), *Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen – Ergänzbares Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung*. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1-51.

Ellsäßer, G., Böhm, A., Kuhn, J., Lüdecke, K. & Rojas, G. (2002). Soziale Ungleichheit und Gesundheit bei Kindern – Ergebnisse und Konsequenzen aus den Brandenburger Einschulungsuntersuchungen. *Kinderärztliche Praxis* 73, 248-257.

EPA (Environmental Protection Agency). (1986). *Guidelines for Carcinogen Risk Assessment*. EPA, Washington, D. C.

EPA (Environmental Protection Agency). (1989). *Risk Assessment Guidance for Superfund / Human Health Evaluation Manual (Part A), Band 1, Office of Emergency and Remedial Response, EPA/540/1-89/002*. EPA, Washington, D. C.

EPA (Environmental Protection Agency). (1996). *Exposure Factors Handbook; Volume 1-3, Review Draft*. EPA, Washington, D. C.

EPA (Environmental Protection Agency). (2002). *Child-specific Exposure Factors Handbook*. Interim report EPA-600-P-00-002B. EPA, Washington, D. C.

EPA (Environmental Protection Agency). (2004). *Risk assessment Guidance for Superfund, Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, supplemental guidance for dermal risk assessment) PB99-963312. Final.* EPA, Washington, D. C.

EPA (Environmental Protection Agency). (2011). *Exposure Factors Handbook: 2011 Edition*. EPA, Washington, D. C.

Epiney, A. & Scheyli, M. (1998). *Strukturprinzipien des Umweltvölkerrechts*. Nomos Verlag, Baden-Baden.

EU Kommission (Kommission der Europäischen Gemeinschaften). (2000). *Mitteilung der Kommission der Europäischen Gemeinschaften über die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips*, KOM 252. EU, Brüssel.

EU Kommission (Kommission der Europäischen Gemeinschaften). (2002). *Mitteilung der Kommission über Folgenabschätzung*. KOM 276. EU, Brüssel.

EU Kommission (Kommission der Europäischen Gemeinschaften. (2012). *Mitteilung der Kommission an den Rat: Kombinationswirkungen von Chemikalien, Chemische Mischungen*. KOM 252. EU, Brüssel.

Europäisches Parlament. (2001). *Die physiologischen und umweltrelevanten Auswirkungen nicht ionisierender elektromagnetischer Strahlung. Options Brief und Zusammenfassung PE n.º 297.574 März 2001*. EU, Brüssel.

Europäisches Parlament. (2009). Entschließung vom 02.04.2009. *Die Gesundheitspolitik im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern*. Abl. der EU C 137 E/38 v. 27.5.2010. EU, Brüssel.

Europarat. (2011). Resolution 1815. *Die möglichen Gefahren der elektromagnetischen Felder und deren Auswirkungen auf die Umwelt*. EU, Straßburg.

European Commission (Joint Research Centre / Institute for Health and Consumer Protection / European Chemicals Bureau). (2003). *Technical guidance document on risk assessment (TGD) – Part I*. In support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) n.º 1488/94 on risk Assessment for existing substances, Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. EU, Luxemburg.

European Commission. (2009). *Impact Assessment Guidelines*. EU, Brusells.

Fairlie, I. (2005). Uncertainties in doses and risks from internal radiation. *Medicine, Conflict and Survival* 21(2), 111-126.

Fässler, S., Wight, N. & Müller, F. (2011). *Evaluation Erreichung vulnerabler Schweizer Gruppen im Programm „Gesundes Körpergewicht" im Kanton Zug. Bericht zuhanden des Gesundheitsamtes des Kantons Zug*. Interface, Luzern.

Fehr, R. (2010). Gesundheitliche Wirkungsbilanzen (Health Impact Assessment, HIA) als Beitrag zur nachhaltigen Gesundheitsförderung. In: Göpel, E. & Gesundheits Akademie e. V. (Hrsg.), *Nachhaltige Gesundheitsförderung. Gesundheit gemeinsam gestalten – Band 4*. Mabuse-Verlag, Frankfurt am Main, 138-160.

Feldmann, J. & Jakob, A. (2006). Tieffrequenter Wohnlärm – Ursachen, Auswirkungen und Minderungsmöglichkeiten. In: Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA) (Hrsg), *Fortschritte der Akustik: DAGA 06, 32. Deutsche Jahrestagung für Akustik, 20-23. März 2006 in Braunschweig; Bd. 2*. Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) Braunschweig / Technische Universitat Carolo-Wilhelmina Braunschweig / Fachbereich Angewandte Akustik / Institut für Angewandte Mechanik / DEGA, Berlin, 97-98.

Feldmann, J. & Pitten, F. A. (2004). Effects of low frequency noise on man – A case study. *Noise and Health* 7(25), 23-28.

Forsyth, A., Schively Slotterback, C. & Krizek, K. (2010). Health Impact Assessment (HIA) for Planners: What Tools Are Useful? *Journal of Planning Literature* 24(3), 231-245.

Franke, A. (2011). Salutogenetische Perspektive. In: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) (Hrsg.), *Leitbegriffe der Gesundheitsförderung und Prävention. Glossar zu Konzepten, Strategien und Methoden*. (5. Aufl.). Verlag für Gesundheitsförderung, Werbach-Gamburg.

Fritz-Niggli, H. (1997). *Strahlengefährdung/Strahlenschutz. Ein Leitfaden für die Praxis*. Verlag Hans Huber, Bern.

Fürst, D. & Scholles, F. (2008). *Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung*. (3. Aufl.). Rohn, Dortmund.

Gee, G. C. & Payne-Sturges, D. C. (2004). Environmental health disparities: A framework integrating psychosocial and environmental concepts. *Environ. Health Perspectives* 112(17), 1645-1653.

Geschwentner, D. & Pölzl, C. (2011). Ausbau der Stromübertragungsnetze aus Sicht des Strahlenschutzes. UMID (Umwelt und Mensch Informationsdienst), n.º 3/2011. BfS / Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) / RKI / UBA, Berlin.

Gibson, M., Petticrew, M., Bambra, C. *et al.* (2011). Housing and health inequalities: A synthesis of systematic reviews of interventions aimed at different pathways linking housing and health. *Health & Place* 17(1), 175-184.

Gilles, C., Hartmann, B., Jendritzky, G., Kleinschmidt, J., Stoyke, B. & Vogt, I. (2005*). Kommentierte Fassung der Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten und Heilbrunnen*. Deutscher Heilbäderverband e. V., Bonn.

Grahn, P. & Stigsdotter, U. (2003). Landscape planning and stress. *Urban Forestry & Urban Greening* 2, 1-18.

Hansmann, K. (1999). Beurteilung krebserzeugender Luftverunreinigungen. In: Czaika, D., Hansmann, K. & Rebentisch, M. (Hrsg.), *Immissionsschutzrecht in der Bewahrung 25 Jahre Bundes Immissionsschutzgesetz. Festschrift für Gerhard Feldhaus zum 70. Geburtstag*. Praxis Umweltrecht, Band 7. C. F. Muller, Heidelberg, 199-214.

Hardell, L., Carlberg, M., Söderqvist, F. & Hansson Mild, K. (2013). Case-control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and cordless phone use. *International Journal of Oncology* 43(6), 1833-1845.

Harris-Roxas, B. & Harris, E. (2011). Differing forms, differing purposes: A typology of health impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 31(4), 396-403.

Harris-Roxas, B., Viliani, F., Bond, A., Cave, B., Divall, M., Furu, P., Harris, P., Soeberg, M., Wernham, A. & Winkler, M. (2012). Health impact assessment: The state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal* 30(1), 43-52.

Hartlik, J. (1998). *Qualitätsmanagement in der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)*. Diss. am Fachbereich 7. Technischen Universität Berlin, Berlin.

Heederik, D. J. J. & Ljzermans, C. J. (redactie). (2011). *Mogelijke effecten van intensieve-veehouderij op de gezondheid van omwonenden: onderzoek naar potentiële blootstelling en gezondheidsproblemen*. IRAS Universiteit Utrecht, Utrecht.

Heinrich, J., Gehring, U., Cyrys, J., Brauer, M., Hoek, G., Fischer, P., Bellander, T. & Brunekreef, B. (2005). Traffic-related air pollutants: Self-reported traffic intensity versus GIS modelled exposure. *Occupational Environmental and Medicine* 62(8), 517-523.

Heller, D. & Köllner, B. (2007). Bioaerosole im Umfeld von Tierhaltungsanlagen – Untersuchungsergebnisse aus Nordrhein-Westfalen, In: Kommission Reinhaltung der Luft in VDI & DIN-Normenausschuss KRdL, *Mikrobielle Luftverunreinigungen KRdL Experten Forum 11. bis. 12 Oktober 2007*. KRdL-Schriftenreihe 39. KRdL, Freising-Weihenstephan, 88-98.

Hempfling, R. & Doetsch, P. (1997). *Wissenschaftliche Begleitung und Fortentwicklung eines Gefährdungsabschätzungsmodells für Altlasten – UMS-System zur Altlastenbeurteilung – Abschlußbericht*. UBA, Berlin (unveröffentlicht).

Herr, C., Zur Nieden, A., Jankofsky, M., Stilianakis, N. I., Bödeker, R.-H. & Eikmann, T. (2003). Effects of bioaerosol-polluted outdoor air on airways of residents: A cross sectional study. *Occupational and Environmental Medicine* 60(5), 336-342.

Herr, C. E. W., Zur Nieden, A., Kopka, I., Rethage, T., Gieler, U., Eikmann, T., Stilianakis, N. I. *et al.* (2009). Assessment of somatic complaints in environmental health. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 212(1), 27-36.

Herr, C. E. W., Zur Nieden, A., Stilianakis, N. I. & Eikmann, T. (2004). Health effects associated with exposure to residential organic dust. *American Journal of Industrial Medicine* 46(4), 381-385.

Hinrichsen, K. (2001). *Kritische Würdigung der meteorologischen Basis im Zusammenhang mit den AVV. In: Stevenson, A. F. G., Strahlenbiologisches Gutachten zur Ermittlung des Standes wissenschaftlicher Erkenntnisse und der Verlässlichkeit der Strahlenschutzbestimmungen*

unter besonderer Berücksichtigung der Belastung durch Radioaktivität in der Umgebung von Kernkraftwerken und zur Frage der Strahleninduktion kindlicher Leukämien, durchgeführt im Auftrag des Ministeriums für Finanzen und Energie des Landes Schleswig-Holstein. Anhang D. Institut für Toxikologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.

HMUEJFG (Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit). (1999). *Umweltmedizinische Relevanz mikrobiologischer Emissionen aus Kompostierungsanlagen für die Anwohner*. HMUEJFG, Wiesbaden.

Hoffmann, B., Kolahgar, B., Rauchfuss, K., Eberwein, G., Franzen-Reuter, I., Kraft, M., Wilhelm, M., Ranft, U. & Jöckel, K.-H. (2009). Childhood social position and associations between environmental exposures and health outcomes. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 212(2), 146-156.

Hoffmann, B., Robra, B. P. & Swart, E. (2003). Social inequality and noise pollution by traffic in the living environment – An analysis by the German Federal Health Survey (Bundesgesundheitssurvey). *Gesundheitswesen* 65, 393-401.

Hoffmann, W., Kuni, H., Artmann, S., Bahr, A., Götz, A., Herrwerth, C., Schmitz-Feuerhake, I. & Schubert, F. (1990). Leukämiefälle in Birkenfeld und Umgebung. Eine erste Bestandsaufnahme. In: Köhnlein, W., Kuni, H. & Schmitz-Feuerhake, I. (Hrsg.), *Niedrigdosisstrahlung und Gesundheit*. Springer Verlag, Berlin, 127-135.

Holzwarth, F., Radtke, H., Hilger, B. & Bachmann, G. (2000). *Bundes-Bodenschutzgesetz / Bundesbodenschutzund Altlastenverordnung, Handkommentar Bodenschutz und Altlasten, Band 5.* Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Hoopmann, M., Hehl, O. & Neisel, F. (2004). *Atemwegserkrankungen und Allergien bei Einschulungskindern in einer ländlichen Region (AABEL)*. Teilprojekt B des Untersuchungsprogramms „Gesundheitliche Bewertung von Bioaerosolen aus der Intensivtierhaltung". Niedersächsisches Landesgesundheitsamt, Hannover.

Hoppe, W. (1980). Staatsaufgabe Umweltschutz. *Veröffentlichungen der Vereinigung der Deutschen Staatsrechtslehrer* 38, 211–317.

Hornberg, C., Bunge, C. & Pauli, A. (2011). *Strategien für mehr Umweltgerechtigkeit – Handlungsfelder für Forschung, Politik und Praxis*. Eigenverlag, Bielefeld.

Hornberg, C., Claßen, T., Steckling, N., Samson, R., McCall, T., Tobollik, M., Mekel, O., Terschüren, C., Schillmöller, Z., Popp, J., Paetzelt, G. & Schümann, M. (2013). *Endbericht zum Vorhaben „Quantifizierung der Auswirkungen verschiedener Umweltbelastungen auf die Gesundheit der Menschen in Deutschland unter Berücksichtigung der bevölkerungsbezogenen Expositionsermittlung" (Verteilungsbasierte Analyse gesundheitlicher Auswirkungen von Umwelt-Stressoren [VegAS])*. UBA, Berlin / Dessau-Roßlau.

Hornberg, C. & Pauli, A. (2007). Child poverty and environmental justice. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 210(5), 571-580.

Hurrelmann, K. & Franzkowiak, P. (2006). Gesundheit. In: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) (Hrsg.), *Leitbegriffe der Gesundheitsförderung. Glossar zu Konzepten, Strategien und Methoden in der Gesundheitsförderung*. Fachverlag Peter Sabo, Schwabenheim a. d. Selz, 52-55.

Huss, A., Spoerri, A., Egger, M. & Röösli, M. (2009). Residence near power lines and mortality from neurodegenerative diseases: Longitudinal study of the Swiss population. *Am. J. Epidemiol*. 169(2), 167-175.

Hutt. P. B. (1985). Use of quantitative risk assessment in regulatory decision making under federal health and safety statutes. In: Hoel, D. G., Merrill, R. A. & Perera, F. P. (eds.), *Risk quantitation and regulatory policy*. Banbury Report 19. Cold Springs Harbor Laboratory, New York, NY, 15-29.

IARC (International Agency for Research on Cancer). (2011). *IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans*. Press release n.º 208. IARC, Lyon. <http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf>.

ICNIRP (International Commission on Non-Ioinizing Radiation Protection). (1998). ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time varying electric magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Physics* 74(4), 494, 522.

ICNIRP (International Commission on Non-Ioinizing Radiation Protection). (2010). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz-100 kHz). *Health Physics* 99(6), 818-836.

ICRP (International Commission on Radiological Protection). (2003). Biological effects after prenatal irradiation (embryo and fetus). ICRP Publication 90. *Ann. ICRP* 33, 1-2.

ICRP (International Commission on Radiological Protection). (2007). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* 37, 2-4.

ICRP (International Commission on Radiological Protection). (2012). ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs – Threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. ICRP Publication 118. *Ann. ICRP* 41, 1-2.

Ide, A. (2005). *Sozialberichterstattung: Soziale Ungleichheit und sozialräumliche Segregation.* Stab Kommunale Entwicklungsplanung und Stadtforschung der Stadt Mülheim a. d. Ruhr. Stadt Mülheim a. d. Ruhr. (= Reihe Forschung aktuell. Stadtforschung 01/2005).

IFUA (Institut für Umwelt-Analyse Projekt-GmbH). (1999). *Ableitung von Bodenwerten für die Bauleitplanung*. IFUA, Bielefeld.

IFUA (Institut für Umwelt-Analyse Projekt-GmbH). (2001). *Verzehrsstudie in Kleingärten im Rhein-Ruhrgebiet*. Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz. Band 14. LUA NRW, Essen.

Ipsen, D., Hehl, O. & Neisel, F. (2006). *Ort und Landschaft*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

ISO (International Organization for Standardization). (1995). *ISO 7196:1995. Acoustics Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements*. ISO, Geneva.

ITVA (Ingenieurtechnischen Verbandes für Altlastenmanagement und Flächenrecycling e. V.). (2012). *Positionspapier zu den stilllegungsbezogenen Pflichten des Art. 22 der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (IED)*. ITVA, Berlin.

Jakobsen, J. (2005). Infrasound emission from wind turbines. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control* 24(3), 145-155.

Jarre, J. (1975). *Umweltbelastungen und ihre Verteilungen auf soziale Schichten*. Schwartz & Co., Göttingen.

Jessel, B. (2005). Landschaft. In: Ritter, E.-H. (Hrsg.), *Handwörterbuch der Raumordnung*. ARL, Hannover, 579-586.

Job-Hoben, B., Pütsch, M. & Erdmann, K.-H. (2010). Gesundheitsschutz – ein „neues" Themenfeld des Naturschutzes? *Natur und Landschaft* 85(4), 137-144.

Kaatsch, P., Spix, C., Jung, I. & Blettner, M. (2008). Childhood leukemia in the vicinity of nuclear power plants in Germany. *Deutsches Ärzteblatt Int*. 105(42), 725-732.

Kaatsch, P., Spix, C., Schmiedel, S., Schulze-Rath, R., Mergenthaler, A. & Blettner, M. (2007). *Epidemiologische Studie zu Kinderkrebs in der Umgebung von Kernkraftwerken*. (KiKK-Studie). BfS, Salzgitter.

Kalberlah, F. & Hassauer, M. (2003). *Vergleich der Verfahren zur Ableitung gesundheitsbezogener Wirkungsschwellen (Benchmark-NOAEL): Abschlussbericht*. Forschungs- und

Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH (FoBiG), Freiburg / Berlin.

Kamensky, J., Heusohn, L. & Klemm, U. (2000). *Kindheit und Armut in Deutschland. Beiträge zur Analyse, Prävention und Intervention*. Klemm & Oelschläger, Ulm.

Kaplan, R. & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature. A psychological perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.

Kappos, A. D. & Gelbke, H. P. (2005). 2.1 Risikoanalyse als Grundmethodik. In: Fehr, R., Neus, H. & Heudorf, U. (Hrsg.), *Gesundheit und Umwelt*. Verlag Hans Huber, Bern, 104-115.

Kheifets, L., Ahlbom, A., Crespi, C. M., Draper, G., Hagihara, J., Lowenthal, R. M., Mezei, G., Oksuzyan, S., Schüz, J., Swanson, J., Tittarelli, A., Vinceti, M. & Wunsch Filho, V. (2010). Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukaemia. *Br. J. of Cancer* 103(7), 1128-1135.

Kheifets, L., Bowman, J. D., Checkoway, H., Feychting, M., Harrington, J. M., Kavet, R., Marsh, G., Mezei,

G., Renew, D. C., & Van Wijngaarden, E. (2009). Future needs of occupational epidemiology of extremely low frequency electric and magnetic fields: Review and recommendations. *Occupational and Environmental Medicine* 66(2), 72-80.

Klimeczek, H. J. & Luck-Bertschat, G. (2008). (Sozial-)räumliche Verteilung von Umweltbelastungen im Land Berlin – Umweltgerechtigkeit als neues Themen- und Aufgabenfeld an der Schnittstelle von Umwelt, Gesundheit, Soziales und Stadtentwicklung. *Umweltmedizinischer Informationsdienst*, 2, 26-29.

Kloepfer, M. (1989). *Umweltrecht*. C. H. Beck, München.

Kloepfer, M. (1993). Handeln unter Unsicherheit im Umweltstaat. In: Gethmann, C. F. & Kloepfer, M., *Handeln unter Risiko im Umweltstaat*. Springer, Berlin, 55-98.

Kloke, A. (1987). Umweltstandards. Material für Raumordnung und Landesplanung. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.), *Wechselseitige Beeinflussung von Umweltvorsorge und Raumordnung,* Veröffentlichungen der Akademie für Raumforschung und Landesplanung –Forschungs- und Sitzungsberichte Band 165. Vincentz, Hannover.

Klug, H. (2002). Infraschall von Windenergieanlagen: Realität oder Mythos? *DEWI Magazin* 20, 6.

Koch, E. (1998). Ableitung von Beurteilungswerten für luftverunreinigende Immissionen – aus der Arbeit des Unterausschusses „Wirkungsfragen" des Länderausschusses für Immissionsschutz. *Immissionsschutz*, 3, 109-115.

Köckler, H. (2011). MOVE: Ein Modell zur Analyse umweltbezogener Verfahrensgerechtigkeit. *Umweltpsychologie* 15(2), 93-113.

Köckler, H., Katzschner, L., Kupski, S., Katzschner, A. & Pelz, A. (2008). *Umweltbezogene Gerechtigkeit und Immissionsbelastungen am Beispiel der Stadt Kassel*. Center for Environmental Systems Research, Kassel University Press, Kassel (= Reihe CESR-Paper 1).

Köhler, B. & Preiß, A. (2000). Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes – Grundlagen und Methoden zur Bearbeitung des Schutzgutes „Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft in der Planung" Inform. *Naturschutz Niedersachsen*, 20(1), 1-60.

Kommission Human-Biomonitoring. (1996a). Human-Biomonitoring: Definitionen, Möglichkeiten und Voraussetzungen. *Bundesgesundhbl. – Gesundheitsforsch. – Gesundheitsschutz* 39(6), 213-214.

Kommission Human-Biomonitoring. (1996b). Konzept der Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM) in der Umweltmedizin. *Bundesgesundhbl. – Gesundheitsforsch. – Gesundheitsschutz* 39(6), 221-224.

Kommission Human-Biomonitoring. (2009). Addendum zum Konzept der Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM) in der Umweltmedizin. *Bundesgesundheitsbl. – Gesundheitsforsch. – Gesundheitsschutz* 52(8), 874-877.

Konietzka, R. (2002). Umweltstandards für krebserzeugende Stoffe. *Umweltmed. Forsch. Prax*. 7(3), 129-137.

Konietzka, R. & Dieter, H. (1998). Ermittlung gefahrenbezogener chronischer Schadstoffzufuhrdosen zur Gefahrenabwehr beim Wirkungspfad Boden-Mensch. (27. Erg. Lfg. X/98). In: Rosenkranz, D., Bachmann, G., Einsele, G. & Harress, H. (Hrsg.), *Handbuch Bodenschutz. Ergänzbares Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser, Band 2*. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Körblein, A. (2003). Säuglingssterblichkeit nach Tschernobyl. *Berichte des Otto Hug Strahleninstituts n.º 24.* Gesellschaft für Strahlenschutz e. V., Berlin / Bremen, 6-34.

Körblein, A. (2012). Kinderleukämie um Kernkraftwerke: Neue epidemiologische Studie aus Frankreich. *Strahlentelex* 602-603, 1-3.

Körblein, A. & Küchenhoff, H. (1997). Perinatal mortality in Germany following the Chernobyl accident. *Rad. Environ. Biophys*. 36, 3-7.

Kortenkamp, A. Backhaus, T. & Faust, M. (2009). *State of the Art Report on mixture toxicity*. Report for the Directorate-General for the Environment of the European Commission. Directorate-General for Environment UE, Brussels.

Krömker, D. (2005). Naturbilder – ein kulturbedingter Faktor im Umgang mit dem Klimawandel. *Umweltpsychologie* 9(2), 146-171.

Küchenhoff, H., Engelhardt, A. & Körblein, A. (2006). Combined spatial-temporal analysis of malformation rates in Bavaria after the Chernobyl accident. In: ECRR (European Committee of Radiation Risk), *Chernobyl 20 Years On. Health Effects of the Chernobyl Accident*.Green Audit Press, Aberystwyth, 179-187.

Kühling, W. (1986). *Planungsrichtwerte für die Luftqualität. Schriftenreihe Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes NW*. Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung, Dortmund.

Kühling, W. (2011). Konkretisierung der Vorsorge vor magnetischen Wechselfeldern bei der UVP für Hochspannungs-Freileitungen und Erdkabel. *UVP-Report* 25(5), 270-275.

Kühling, W. (2012). Die Mehrfachbelastung durch Immissionen erfordert einen Paradigmenwechsel bei Grenzwert- und Entscheidungsfindungen. *Immissionsschutz* 3, 125-131.

Kühling, W. & Müller, B. R. (2002). Elektromagnetische Felder geringer Stärke und UVP – Ansätze für ein Vorsorgekonzept. *UVP-Report* 16(1-2), 37-39.

Kühling, W. & Peters, H. J. (1994). *Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen*. UVP Spezial 10. Verein zur Förderung der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) e. V., Hamm / Westfalen.

Kühling, W. & Peters, H.-J. (1995). Luftverunreinigungen. In: Storm, P.-C. & Bunge, T. (Hrsg.).

Handbuch der Umweltverträglichkeitsprüfung (HdUVP). Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Kühne, O. (2008). *Distinktion – Macht – Landschaft. Zur sozialen Definition von Landschaft*. Springer, Wiesbaden.

Kuni, H. (1998). A cluster of childhood leukaemia in the vicinity of the German research reactor Jülich. In: Schmitz-Feuerhake, I. & Schmidt, M. (Hrsg.), *Radiation exposures by nuclear facilities*. GfS, Berlin, 251-255.

LABO (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz). (2003). *Hintergrundwerte für anorganische und organische Stoffe in Böden*. LABO, Dresde.

LABO (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz). (2008). *Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug*. LABO, Dresde.

LABO (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz) / LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser). (2013). *Arbeitshilfe zum Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser*. LABO / LAWA, Dresde.

LAI (Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz). (2000*). Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen (Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz vom 10.05.2000).* LAI, Berlin.

LAI (Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz). (2000). *Hinweise zur Messung und Beurteilung von Lichtimmissionen*. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

LAI (Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz). (2004). *Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind (Bericht vom 21. September 2004)*. LAI, Berlin.

LAI (Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz). (2010). Bericht aus der LAI/Personalien. *Immissionsschutz* 4, 193.

Lampert, T. & Kroll, L. E. (2010). Armut und Gesundheit. *GBE kompakt* 5/2010, 1-9.

Land Brandenburg. (2010). *Materialien zur Altlastenbearbeitung in Land Brandenburg*. Band 4, Leitfaden Detailuntersuchung – Teil Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze. LUA Brandenburg, Postdam.

Landeshauptstadt Düsseldorf. (2007). *Sozialräumliche Gliederung der Stadt Düsseldorf, Fortschreibung 2005, Aktualisierung des Datenbestandes*. Landeshauptstadt Düsseldorf – der Oberbürgermeister, Jugendamt, Amt für Statistik und Wahlen, Düsseldorf.

LANUV NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen). (2002). *Windenergieanlagen und Immissionsschutz*. Materialen n.º 63. LANUV NRW, Essen.

LANUV NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen). (2011). *Stationen und Messwerte*. <http://www.lanuv.nrw.de/luft/temes/stat.htm>.

LANUV NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen). (2012). *Licht und Umweltschutz*. <https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/licht/lichtinfo2.pdf>.

LANUV NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen). (2014). *Weitere Sachverhaltsermittlung bei Überschreitung von Prüfwerten nach der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Nutzpflanze. Merkblätter n.º 22.* LANUV NRW, Recklinghausen.

Leitgeb, N. (2000). *Machen elektromagnetische Felder krank? Strahlen, Quellen, Felder und ihre Auswirkungen auf unsere Gesundheit*. Springer, Wien / New York.

Leventhal, H. G. (2003). Review of published research on low frequency noise and its effects. Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), London.

Leventhal, H. G. (2004). Low frequency noise and annoyance. *Noise & Health* 6(23), 59-72.

LfU BY (Bayerisches Landesamt für Umwelt). (2008). *EMF-Monitoring in Bayern 2006/2007 – Messungen von elektromagnetischen Feldern (EMF) in Wohngebieten*. LfU BY, Augsburg.

LfU BY (Bayerisches Landesamt für Gesundheit). (2012). *Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?* LfU BY, Augsburg.

LIGA NRW (Landesinstitut für Gesundheit und Arbeit des Landes Nordrhein-Westfalen). (2011). *Vorarbeiten zum lokalen Fachplan Gesundheit*. LIGA, Praxis 9. LIGA NRW, Düsseldorf.

Little, M. P., Azisova, T. V., Bazyka, D., Bouffier, S. D., Cardis, E., Chekin, S., Chumak, V. V., Cucinotta, F. A., De Vathaire, P., Hall, P., Harrison, J. D., Hildebrandt, G., Ivanov, V., Kashcheev, V. V., Klymenko, S. V., Kreuzer, M., Laurent, O., Ozasa, K., Schneider, T., Tapio, S., Taylor, A. M., Tzoulaki, I., Vandoolaeghe, W. L., Wakeford, R., Zablotska, L. B., Zhang, W. & Lipschultz, E. (2012). Systematic review and meta-analysis of circulatory disease from exposure to low-level ionizing radiation and estimates of potential population mortality risks. *Environ. Health Perspect*. 120(11), 1503-1511.

Lord, B. I., Mason, T. M. & Humphreys, E. R. (1992). Age-dependent uptake and retention of ^{239}Pu: Its relationship to haemopoietic damage. *Radiat. Prot. Dosimetry* 41(2-4), 163-167.

LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg). (2013). *Windenergie und Infraschall – Tieffrequente Geräusche durch Windenergieanlagen*. (2. Aufl.), LUBW, Karlsruhe.

Luukkonen, J., Liimatainen, A., Juutilainen, J. & Naarala, J. (2014). Induction of genomic instability, oxidative processes, and mitochondrial activity by 50 Hz magnetic fields in human SH-SY5Y neuroblastoma cells. *Mutation Research – Fundamental and Molecular Mechanism of Mutagenesis* 760, 33-41.

LZG NRW (Landeszentrum Gesundheit Nordrhein-Westfalen). (2012). *Fachplan Gesundheit des Kreises Gesundbrunnen. Fiktionaler Bericht*. LZG NRW, Bielefeld.

MA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Islands Press, Washington, D. C.

Machtolf, M. (2013). Gesundheitliche Wirkungen durch chemische Determinanten. *UVP-report* 27(1-2), 61-65.

Magid, E. B., Coermann, R. R. & Ziegenruecker, G. H. (1960). Human tolerance to whole body sinusoidal vibration. Short-time, one-minute and three-minute studies. *Aeromed Acta* 31, 915-924.

Mahoney, M., Simpson, S., Harris, E., Aldrich, R. & Stewart-Williams, J. (2004). *Equity focused Health Impact Assessment framework*. Australasian Collaboration for Health Equity Impact Assessment (ACHEIA), Sydney.

Malsch, A., Pinheiro, P., Krämer, A. & Hornberg, C. (2006). *Zur Bestimmung von „Environmental / Burden of Disease" (BoD / EBD) in Deutschland*. LÖGD, Abteilung Umweltmedizin, Umwelthygiene, Bielefeld.

Mardorf, S. (2006). *Konzepte und Methoden von Sozialberichterstattung. Eine empirische Analyse kommunaler Armuts- und Sozialberichte*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

Maschewsky, W. (2001). *Umweltgerechtigkeit, Public Health und soziale Stadt*. VAS Verlag für Akademische Schriften, Frankfurt am Main.

Maschke, C., Niemann, H., Hecht, K. & Huber, M. (2006). Tieffrequente Schallbelastung und Schlaf – aktueller Kenntnisstand. In: Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA) (Hrsg.), *Fortschritte der Akustik: DAGA 06, 32. Deutsche Jahrestagung für Akustik, 20-23. März 2006 in Braunschweig; Bd. 2*. Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) Braunschweig / Fachbereich Angewandte Akustik / Technishe Universitat Carolo-Wilhelmina Braunschweig / Institut für Angewandte Mechanik, Braunschweig / DEGA, Berlin, 99-100.

Mayer, H. & Matzarakis, A. (1999). Die Richtlinie VDI 3787 Blatt 2 „Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima- und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung, Teil I: Klima". In: Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN Normenausschuss, *Umweltsimulation: Methodik, Anwendung, Nutzen*. KRdL-Schriftenreihe 31. KRdL, Düsseldorf, 53-62.

Meier, A., Erdmann, K.-H. & Emde, F. A. (2005). Die Bedeutung gesellschaftlich verankerter Naturbilder für den Naturschutz. *Natur und Landschaft* 80(12), 528-532.

Mekel, O. & Ewers, U. (2005). 2.2 Expositionsabschätzung. In: Fehr, R., Neus, H. & Heudorf, U. (Hrsg.), *Gesundheit und Umwelt*. Verlag Hans Huber, Bern, 119-136.

Mekel, O., Mosbach-Schulz, O., Schümann, M. *et al.* (2007a). *Evaluation von Standards und Modellen zur probabilistischen Expositionsabschätzung, Teil 1: Grundlagen der bevölkerungsbezogenen Expositionsmodellierung*. WaBoLu-Hefte, n.º 02/2007. UBA, Dessau-Roßlau.

Mekel, O., Mosbach-Schulz, O., Schümann, M. *et al.* (2007b). *Evaluation von Standards und Modellen zur probabilistischen Expositionsabschätzung, Teil 2: Empfehlungen für Expositionsfaktoren*. WaBoLu-Hefte, n.º 03/2007. UBA, Dessau-Roßlau.

Mekel, O., Mosbach-Schulz, O., Schümann, M. *et al.* (2007c). *Evaluation von Standards und Modellen zur probabilistischen Expositionsabschätzung, Teil 3: Szenarien*. WaBoLu-Hefte, n.º 04/2007. UBA, Dessau-Roßlau.

Mekel, O., Mosbach-Schulz, O., Schümann, M. *et al.* (2007d). *Evaluation von Standards und Modellen zur probabilistischen Expositionsabschätzung Anhang*. WaBoLu-Hefte, n.º 05/2007. UBA, Dessau-Roßlau.

Meyer, R. & Sauter, A. (1999). *TA-Projekt „Umwelt & Gesundheit". Endbericht*. Büro für Technikfolgen-

Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Berlin. (= TAB-Arbeitsbericht n.º 63).

Mielck, A. (2001). Armut und Gesundheit bei Kindern und Jugendlichen, Ergebnisse der sozialepidemiologischen Forschung in Deutschland. In: Klocke, A. & Hurrelmann, K. (Hrsg.), *Kinder und Jugendliche in Armut*. Leske & Budrich, Opladen, 225-249.

Mielck, A. (2003). Projekte für mehr gesundheitliche Chancengleichheit: Bei welchen Bevölkerungsgruppen ist der Bedarf besonders groß? In: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) (Hrsg.), *Gesundheitsförderung für sozial Benachteiligte. Aufbau einer Internetplattform zur Stärkung und Vernetzung der Akteure*. BZgA, Köln, 10-19.

Mielck, A. (2005). *Soziale Ungleichheit und Gesundheit: Einführung in die aktuelle Diskussion*. Verlag Hans Huber, Bern.

Mihai, C. T., Rotinberg, P., Brinza, F. & Vochita, G. (2014). Extremely low-frequency electromagnetic fields cause DNA strand breaks in normal cells. *J. Environ. Health Sci. Eng.* 12(1), 15. doi: 10.1186/2052-336X-12-15.

MKULNV NRW (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) & LANUV NRW (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen). (2013). *Leitfaden Umsetzung des Arten- und Habitatschutzes bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen in Nordrhein-Westfalen*. MKULNV NRW, Düsseldorf.

Mohr, K. (2010). Rechtliche Bewertung von Geruchsimmissionen. In: Thomé-Kozmiensky, K.-J. & Hoppenberg, M. (Hrsg.), *Immissionsschutz, Band 1 – Planung, Genehmigung und Betrieb von Anlagen*. TK Verlag, Neuruppin, 123-143.

Møller, H. & Pedersen, C. S. (2004). Hearing at Low and Infrasonic Frequencies. *Noise and Health* 6(23), 37-57.

Morris, S. C. & Novak, E. W. (1976). Environmental health impact assessment. *Journal of Environmental Engineering* 102(5), 549-554.

Mücke, W. & Lemmen, C. (2008). *Bioaerosole und Gesundheit – Wirkungen biologischer Luftinhaltsstoffe und praktische Konsequenzen*. ecomed Medizin, Landsberg am Lech.

Muller, H. J. (1936). Über die Wirkung der Röntgenstrahlung auf die Erbmasse. *Strahlentherapie* 55, 207-224.

Neitzke, H.-P., Osterhoff, J. & Voigt, H. (2006). *EMF-Handbuch – Elektromagnetische Felder: Quellen, Risiken, Schutz*. ECOLOG-Institut für Sozial-ökologische Forschung und Bildung gGmbH, Hannover.

Neitzke, H.-P., Osterhoff, J. & Voigt, H. (2010). *Bestimmung und Vergleich der von Erdkabeln und Hochspannungsfreileitungen verursachten Expositionen gegenüber niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern*. BfS, Salzgitter.

Neus, H. *et al.* (1993). *Zum Stellenwert quantitativer Risikoabschätzungen im umweltbezogenen Gesundheitsschutz – das Beispiel Straßenverkehr, Symposium „quantitative Risikoabschätzung" dc, Heidelberg 2.-3.12.1993*. Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales, Hamburg.

Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. (2013). *Verordnung über das Landes-Raumordnungsprogramm Niedersachsen (LROP)*. Hannover.

Nießen, P. (2011). *Gutachten zur Feststellung der Immissionen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung durch Mobilfunksendeanlagen*. EMF-Institut, Köln.

Nohl, W. (1993). *Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch mastenartige Eingriffe*. Materialien für die naturschutzfachliche Bewertung und Kompensationsermittlung, im Auftrag des Ministers für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen. Werkstatt für Landschafts- und Freiraumentwicklung, München.

Nohl, W. (2001). Ästhetisches Erlebnis von Windkraftanlagen in der Landschaft. Empirische Untersuchungen mit studentischen Gruppen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 33(12), 365-372.

Nohl, W. (2008). *Bleibt der Faktor „Gesundheit" in der Landschaft auf der Strecke? – Verspargelung, Zerschneidung, Mehrfachnutzung*. Referat auf der Fachtagung „Landschaft und Gesundheit" des Landschaftsverbandes Rheinland, Fachbereich Umwelt, in Zusammenarbeit mit der Thomas-Morus-Akademie Bensberg und dem Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn am 13.-14. November 2008. Thomas Morus Akademie, Bensberg.

Nowacki, J., Martuzzi, M. & Fischer, T. B. (2010). *Health and strategic environmental assessment*. WHO consultation meeting, Rome, Italy, 8-9 June 2009. Background information and report. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

Nowacki, J. & Mekel, O. (2012). Health Impact Assessment und Umweltgerechtigkeit. In: Bolte, G., Bunge C., Hornberg, C., Köckler, H. & Mielck, A. (Hrsg.), *Umweltgerechtigkeit. Chancengleichheit bei Umwelt und Gesundheit: Konzepte, Datenlage und Handlungsperspektiven*. Hans Huber Verlag, Bern, 283-293.

NRC (National Research Council). (1983). *Risk assessment in the federal government: Managing the process*. National Academy of Sciences, NRC, Washington, D. C.

ÖÄK (Österreichische Ärztekammer). (2012). *Leitlinie der ÖÄK zur Abklärung und Therapie EMF-bezogener Beschwerden und Krankheiten (EMF-Syndrom)*. Konsensus-Papier der AG-EMF. Verabschiedet bei der Sitzung der Referenten für Umweltmedizin der Landesärztekammern und der Österreichischen Ärztekammer am 3. März 2012. ÖÄK, Wien.

Ott, W. & Baur, M. (2005). *Der monetäre Erholungswert des Waldes*. Umwelt-Materialien 193. BUWAL, Bern.

Otte, P. F., Lijzen, J. P. A., Otte, J. G., Swartjes, F. A. & Versluijs, C. W. (2001). *Evaluation and revision of the CSOIL parameter set. Proposed parameter set for human exposure modelling and deriving Intervention Values for the first series of compounds.* RIVM-Report-n.º 711701021. RIVM, Bilthoven.

Ozasa, K., Shimizu, Y., Suyama, A. *et al*. (2012). Studies of the mortality of atomic bomb survivors, Report 14, 1950-2003: An overview of cancer and noncancer diseases. *Radiat. Res*. 177, 229-243.

Persson-Waye, K. & Rylander, R. (2001). The prevalence of annoyance and effects after long-term exposure to low-frequency noise. *Journal of Sound and Vibration* 240(3), 483-497.

Preston, D. L., Shimizu, Y., Pierce, D. A., Suyama, A. & Mabuchi, K. (2003). Studies of mortality of atomic bomb survivors, Report 13. Solid cancer and noncancer disease mortality: 1950-1997. *Radiat. Res*. 160, 381-407.

Prognos. (2008). *Der monetäre Teil der Gesetzesfolgenabschätzung, internationale Ansätze im Vergleich*. Studie im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Basel.

Prüss-Üstün, A., Mathers, C., Corvalán, C. & Woodward, A. (2003). *Introduction and methods – Assessing the environmental burden of disease at national and local levels*. Environmental Burden of Disease Series, n.º 1.A. WHO/OMS, Geneva.

Przybilla, T. (2003). Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräusche. In: Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen, *Jahresbericht 2003*. LANUV NRW, Essen, 90-91.

Quigley, R., Den Broeder, L., Furu, P., Bond, A., Cave, B. & Bos, R. (2006*). Health Impact Assessment International Best Practice Principles*. Special Publication Series n.º 5. International Association for Impact Assessment, Fargo, ND.

Radon, K. (2004). *Atemwegsgesundheit und Allergiestatus bei jungen Erwachsenen in ländlichen Regionen Niedersachsens – Niedersächsische Lungenstudie (NiLS)*. Klinikum der Universität München, München.

Rannow, S. (2009). *Klimawandelgerechte Stadtentwicklung – Wirkfolgen des Klimawandels Skizzierung einer klimawandelgerechten Stadtentwicklung*. BBSR, Bonn. (Online-Publikation 23/09).

Repacholi, M. H, Lerchl, A., Röösli, M., Sienkiewicz, Z., Auvinen, A., Breckenkamp, J., d'Inzeo G., Elliott, P., Frei, P., Heinrich, S., Lagroye, I., Lahkola, A., McCormick, D. L., Thomas, S. & Vecchia, P. (2012). Systematic review of wireless phone use and brain cancer and other head tumors. *Bioelectromagnetics* 33(3), 187-206.

Richter, M. & Hurrelmann, K. (Hrsg.). (2006). *Gesundheitliche Ungleichheit. Grundlagen, Probleme, Perspektiven*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

Rikken, M., Lijzen, J. & Cornelese, A. (2001). *Evaluation of model concepts on human exposure. Proposal for updating the most relevant exposure routes of CSOIL*. RIVM-Report n.º 711701022. RIVM, Bilthoven.

Risikokommission (*ad hoc* Kommission „Neuordnung der Verfahren und Strukturen zur Risikobewertung und Standardsetzung im gesundheitlichen Umweltschutz der Bundesrepublik Deutschland", Abschlussbericht der Risikokommission, im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit). (2003). *Abschlussbericht der Risikokommission*. Im Auftrag des BMU, Berlin.

Rittel, K., Bredow, L., Wanka, E. R., Hokema, D., Schuppe, G., Wilke, T., Nowak, D. & Heiland, S. (2014). *Grün, natürlich, gesund: Die Potenziale multifunktionaler städtischer Räume. Endbericht zum F+E Vorhaben (FKZ 3511 82 800)*. Bundesamtes für Naturschutz BMUB, Bonn.

RKI (Robert Koch-Institut). (2007). Infraschall und tieffrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland? Mitteilung der Kommission „Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin". *Bundesgesundheitsbl. – Gesundheitsforsch. –Gesundheitsschutz* 50(12), 1582-1589.

RKI (Robert Koch-Institut) & Destatis (Statistisches Bundesamt). (2007). *Gesundheit in Deutschland 2006*. (2. Auflage). RKI, Berlin.

SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). (2009). *Health effects of exposure to EMF*. SCENIHR, Brussels.

Scherb, H. & Weigelt, E. (2003). Zunahme der Perinatalsterblichkeit, Totgeburten und Fehlbildungen in Deutschland, Europa und in hochbelasteten deutschen und europäischen Regionen nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986. *Berichte des Otto Hug Strahleninstituts n.º 24*. Gesellschaft für Strahlenschutz e. V., Berlin / Bremen, 35-75.

Scherb, H. & Weigelt, E. (2004). Cleft lip and cleft palate birth rate in Bavaria before and after the Chernobyl nuclear power plant accident. *Mund Kiefer Gesichtschir*. 8(2), 106-110.

Schiffman, S. S. (1998). Lifestock odors: Implications for human health and well-being. *J. Anim. Sci.* 76(5), 1343-1355.

Schmitz-Feuerhake, I. (2001). Kritische Diskussion der strahlenschutzrechtlichen Bestimmungen mit besonderem Blick auf die Aufnahme und Wirkung radioaktiver Stoffe im Körper. In: Stevenson, A. F. G. (Hg.), *Strahlenbiologisches Gutachten, Anhang B 1*. Ministerium für Finanzen und Energie des Landes Schleswig-Holstein, Kiel.

Schmitz-Feuerhake, I. (2009). Die Induktion gutartiger Tumore durch ionisierende Strahlung – ein vernachlässigtes Kapitel von Strahlenrisikobetrachtungen. *Strahlentelex* 548-549, 1-5.

Schmitz-Feuerhake, I., Dieckmann, H., Hoffmann, W., Lengfelder, E., Pflugbeil, S. & Stevenson, A. F. (2005). The Elbmarsch leukemia cluster: Are there conceptual limitations in controlling immission from nuclear establishments in Germany? *Arch. Environ. Contamination Toxicol*. 49(4), 589-601.

Schmitz-Feuerhake, I. & Pflugbeil, S. (2006). Strahleninduzierte Katarakte (Grauer Star) als Folge berufsmäßiger Exposition und beobachtete Latenzzeiten. *Strahlentelex* 456-457, 1-7.

Schmitz-Feuerhake, I. & Pflugbeil, S. (2013a). Herz-Kreislauferkrankungen durch ionisierende Strahlen. *Strahlentelex* 628-629, 6-12.

Schmitz-Feuerhake, I. & Pflugbeil, S. (2013b). *Genetisches Strahlenrisiko*. (In Vorbereitung).

Schmitz-Feuerhake, I., Pflugbeil, S. & Pflugbeil, C. (2010). Röntgenrisiko: Abschätzung der strahlenbedingten Meningeome und anderer Spätschäden bei Exposition des Schädels. *Gesundheitswesen* 72, 246-254.

Schneider, K. & Kaiser, E. (2012*). Anwendung des Benchmark-Verfahrens bei der Ableitung von HBM-Werten*. Fobig (Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH), Freiburg.

Schulz, A. & Northridge, M. (2004). Social Determinants of Health: Implications for Environmental Health Promotion. *Health Educ. Behav*. 31(4), 455-471.

Schulz, C., Wilhelm, M., Heudorf, U. & Kolossa-Gehring, M. (2011). Update of the reference and HBM values derived by the German Human Biomonitoring Commission. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 215(1), 26-35.

Schumacher, O. (2001). Zuverlässigkeit der AVV hinsichtlich der Emissionsausbreitungs-Berechnungen und Dosisermittlung. In: Stevenson, A. F. G. (Hg.), *Strahlenbiologisches Gutachten zur Ermittlung des Standes wissenschaftlicher Erkenntnisse und der Verlässlichkeit der Strahlenschutzbestimmungen unter besonderer Berücksichtigung der Belastung durch Radioaktivität in der Umgebung von Kernkraftwerken und zur Frage der Strahleninduktion kindlicher Leukämien, durchgeführt im Auftrag des Ministeriums für Finanzen und Energie des Landes Schleswig-Holstein. Anhang C1*. Institut für Toxikologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel.

Schust, M. (1997). *Biologische Wirkung von vorwiegend luftgeleitetem Infraschall*. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Ld 7. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven.

Schüz, J. (2007). Implications from epidemiologic studies on magnetic fields and the risk of childhood leukemia on protection guidelines. *Health Physics* 92(6), 642-648.

Schüz, J. (2011). Exposure to extremely low-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer: Update of the epidemiological evidence. *Prog. Biophys. Mol. Biol*. 107(3), 339-342. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2011.09.008.

Schüz, J. & Ahlbom, A. (2008). Exposure to electromagnetic fields and the risk of childhood leukaemia: A review. *Radiat. Prot. Dosimetry* 132(2), 202-211.

Seiwert, M., Becker, K., Conrad, A., Hünken, A., Schulz, C. & Kolossa-Gehring, M. (2008). Schadstoffbelastung und Sozialstatus – Ausgewählte Ergebnisse aus den Umwelt-Surveys. *Umweltmedizinischer Informationsdienst* 2, 10-13.

Sermage-Faure, C., Laurier, D., Goujon-Bellec, S., Chartier, M., Guyot-Goubin, A., Rudant, J., Hémon, D. & Clavel, J. (2012). Childhood leukemia around French nuclear power plants – The Geocap Study, 2002-2007. *Int. J. Cancer* 131(5), 769-780. doi: 10.1002/ijc.27425.

Shaw, M. (2004). Housing and Public Health. *Annu. Rev. Public Health* 25, 397-418.

Shimizu, Y., Kodama, K., Nishi, N., Kasagi, F., Suyama, A., Soda, M., Grant, E. J., Sugiyama, H., Sakata, R., Moriwaki, H., Hayashi, M., Konda, M. & Shore, R. E. (2010). Radiation exposure and circulatory disease risk: Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivor data, 1950-2003. *BMJ*. doi: http://dx.doi.org/10.1136/bmj.b5349.

SNF (Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung). (2011). *Nichtionisierende Strahlung – Umwelt und Gesundheit*. Programmsynthese Nationales Forschungsprogramm NFP 57. SNF, Bern.

Spence, L. R. (2001). *Risk$_4$. User's manual*. Terry Walden BP Oil International, Sunbury.

Spittler, R., Turowski, G., Brunsing, J., Greiving, S., Kühne, F. & Neumeyer, H.-P. (2000). *Anforderungen einer umweltverträglichen Erholungsvorsorge an die räumliche Gesamtplanung aus Bundessicht*. UBA, Berlin.

Spycher, B. D., Feller, M., Zwahlen, M., Röösli, M., Von der Weid, N. X., Hengartner, H., Egger, M. & Kuehni, C. E. (2011). Childhood cancer and nuclear power plants in Switzerland: A census based cohort study. *Int. J. Epidemiol*. 40(5), 1247-1250. doi:10.1093/ije/DYR115.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen). (1994). Stellungnahme des Umweltrates zum Verordnungsentwurf nach artículo 40 Abs. 2 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG). In: SRU, *Umweltgutachten 1994*. Verlag Metzler-Poeschel, Stuttgart.

SSK (Strahlenschutzkommission). (2007). *Krebsrisiko durch mehrjährige Expositionen mit Dosen im Bereich des Grenzwerts für die Berufslebensdosis nach artículo 56 StrlSchV*. SSK, Bonn.

SSK (Strahlenschutzkommission). (2009). *Strahleninduzierte Katarakte*. Empfehlungen der Strahlenschutzkommission mit wissenschaftlicher Begründung. SSK, Bonn.

SSK (Strahlenschutzkommission). (2013). *Biologische Effekte der Emissionen von Hochspannungs Gleichstrom Übertragungsleitungen (HGÜ) Empfehlungen der Strahlenschutzkommission mit wissenschaftlicher Begründung*. SSK, Bonn.

Ståhl, T., Wismar, M., Ollila, E., Lahtinen, E. & Leppo, K. (eds.) (2006). *Health in All Policies. Prospects and potentials*. Ministry of Social Affairs and Health Finland / European Observatory of Health Systems Policies / Finnish Institute of Occupational Health / National Public Health Institute of Finland (KTL) / National Research and Development Centre for Welfare and Health (STAKES), Helsinki.

Stamm, H. (2003). *Retrospektive Literaturstudie zum Begriff Vulnerabilität*. Herchen + Herchen, Frankfurt am Main.

Steinheider, B. & Winneke, G. (1992). *Materialband zur Geruchsimmissionsrichtlinie in NRW*. Bericht des Medizinischen Instituts für Umwelthygiene an der Universität Düsseldorf im Auftrag des Ministers für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW, Düsseldorf.

Stephens, C. & Bullock, S. (2002). Environmental justice: An issue for the health of the children of Europe and the world. In: European Environment Agency & WHO Regional Office for Europe (Hrsg.), *Children's health and environment: A review of evidence*. Environmental Issue Report n.º 29. Copenhagen, 190-198.

Stevenson, A. F. G. (Hg.). (2001). *Strahlenbiologisches Gutachten zur Ermittlung des Standes wissenschaftlicher Erkenntnisse und der Verlässlichkeit der Strahlenschutzbestimmungen unter besonderer Berücksichtigung der Belastung durch Radioaktivität in der Umgebung von Kernkraftwerken und zur Frage der Strahleninduktion kindlicher Leukämien*. Ministerium für Finanzen und Energie des Landes Schleswig-Holstein, Kiel.

Storm, P.-C. (1995). *Umweltrecht. Einführung*, (9. Auflage). Beck-Texte im Deutschen Taschenbuchverlag, München.

Straume, T. (1995). High-energy gamma rays in Hiroshima and Nagasaki: Implications for risk and wR. *Health Physics* 69(6), 954-956.

Streich, W. (2006). Vulnerable Gruppen: „Verwundbarkeit" als politiksensibilisierende Metapher in der Beschreibung gesundheitlicher Ungleichheit. In: Richter, M. & Hurrelmann, K. (Hrsg.), *Gesundheitliche Ungleichheit*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 289-295.

Süß, W., Möller, H., Trojan, A. & Fehr, R. (2004). *Integrierte Basis-Berichterstattung für gesündere Städte und Kommunen. Quellen, Auswahlprozess und Profile für einen Indikatorensatz*. LÖGD NRW, Bielefeld (= Reihe Wissenschaftliche Reihe, Bd. 17).

Tessin, W. (2008). *Ästhetik des Angenehmen. Städtische Freiräume zwischen professioneller Ästhetik und Laiengeschmack*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

Thomson, H., Atkinson, R., Petticrew, M. & Kearns, A. (2006). Do urban regeneration programmes improve public health and reduce health inequalities: A synthesis of evidence from UK policy and practice (1980-2004). *Journal of Epidemiology and Community Health* 60(2), 108-115.

Tischer, M. & Poppek, U. (2007). *Schutzniveau von Maßnahmenkonzepten: Evaluierung anhand von empirischen Daten und durch probabilistische Modellierung*. Projektbericht „Einsatz von Modellen im Rahmen der Bewertung neuer und alter Stoffe (zukünftig REACH) sowie bei der Zulassung von Biozid-Produkten – Teil 1: Vergleichende Bewertung von Modellunsicherheiten bei der Abschätzung inhalativer Expositionen". Projekt F 1914 E. BAuA, Dortmund / Berlin / Dresde.

Trapp, S., Schwarz, S. & Berding, V. (1999). *Mathematische Modelle und Programme in der Risikoabschätzung*. Materialien Umwelt und Gesundheit 2. LÖGD NRW, Bielefeld.

TÜV (Technischer Überwachungs-Verein) Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH (2000). *Immissionsschutz und Energiesysteme: Beurteilung und Bewertung von Gesamtlärm (Gesamtlärmstudie)*, TÜV-Bericht n.º 933/032902/03. LfU Baden-Würtemberg, Köln.

UBA (Umweltbundesamt). (1999). *Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten*. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

UBA (Umweltbundesamt). (2011a). *Luft und Luftreinhaltung, Luftschadstoffeinträge, Wirkungen auf Ökosysteme*. <http://www.umweltbundesamt.de/luft/eintraege-wirkungen/deposition.htm>.

UBA (Umweltbundesamt). (2011b). *Verfahren umweltbezogener gesundheitlicher Stoffbewertungen. Vergleich angewandter Methoden mit der Leitlinie zur Umsetzung von REACH R.8*. Texte 82/2011. UBA, Dessau-Roßlau.

UBA (Umweltbundesamt). (2012). Richtwerte für die Innenraumluft: erste Fortschreibung des Basisschemas, Mitteilung der Ad-hoc Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Kommission Innenraumlufthygiene und der Obersten Landesgesundheitsbehörden. *Bundesgesundheitsblatt* 55(2), 279-290.

UBA (Umweltbundesamt). (2013a). *Das Messnetz des Umweltbundesamtes: Langzeitmessungen, Prozessverständnis und Wirkungen ferntransportierter Luftverunreinigungen*. BUA, Dessau-Roßlau.

UBA (Umweltbundesamt). (2013b). *Kommission Human-Biomonitoring*. <http://www.uba.de/gesundheit/monitor/index.htm>.

UBA (Umweltbundesamt), BfS (Bundesamt für Strahlenschutz), BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung) & RKI (Robert Koch-Institut). (2013). *Ratgeber Kindergesundheit*. UBA / BfS / BfR / RKI, Berlin.

UMWELTMINISTERKONFERENZ. (2012). *78. Umweltministerkonferenz. Ergebnisprotokoll*. Schleswig. <http://www.umweltministerkonferenz.de/documents/Endgueltiges_Protokoll_UMK_Schleswig1.pdf>.

UNCED (United Nations Conference on Environment and Development). (1992). *Rio Declaration on Environment and Development*. UNO, Rio de Janeiro.

UNO (United Nations Organisation). (1948). *Resolution 217 A (III) der Generalversammlung vom 10. Dezember 1948*. UNO, New York, NY.

UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation). (2001). *Hereditary effects of radiation. 2001 Report to the General Assembly, United Nation*s. UNO, New York, NY.

Urbinello, D., Jeyachhandren, J. & Röösli, M. (2013). *Zeitliche und räumliche Verteilung hochfrequenter elektromagnetischer Felder (HF-EMF) im Raum Basel*. Schweizerisches Tropen- und Public Health Institut, Gesundheitsdepartement Basel-Stadt, Basel.

Van den Berg, R. (1994). Human exposure to soil contamination: A qualitative and quantitative analysis towards proposals for human toxicological intervention values (partly revised edition). RIVM-Report-n.º 725201011. RIVM, Bilthoven.

Van Lenthe, F. & Mackenbach, J. P. (2006). Aggregate deprivation and health. In: Siegrist, J. & Marmot, M. (Hrsg.), *Social inequalities in health*. Oxford University Press, Oxford, 167-192.

VDI (Verein Deutscher Ingenieure). (1997). *VDI 3787 Blatt 1 (1997-12). Umweltmeteorologie – Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2000). *VDI 3945 Blatt 3 (2000-09). Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2001). *VDI 2310 Blatt 15 (2001-12). Maximale Immissions-Werte zum Schutz des Menschen – Maximale Immissions-Konzentrationen für Ozon*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2004a). *VDI 4252 Blatt 2 (2004-06). Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft; Aktive Probenahme von Bioaerosolen; Abscheidung von luftgetragenen Schimmelpilzen auf Gelatine/Polycarbonat-Filtern*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2004b). *VDI 4253 Blatt 2 (2004-06). Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft; Verfahren zum kulturellen Nachweis der Schimmelpilz-Konzentration in der Luft; Indirektes Verfahren nach Filtrationsprobenahme auf Gelatine/Polycarbonat-Filtern*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2004c). *VDI 2310 Blatt 12 (2004-12). Maximale Immissions-Werte zum Schutz des Menschen – Maximale Immissions-Konzentrationen für Stickstoffdioxid*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2004d). *VDI 3787 Blatt 9 (2004-12). Umweltmeteorologie – Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene in räumlichen Planungen*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2007). *VDI 4251 Blatt 1 (2007-02). Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft; Planung von anlagenbezogenen Immissionsmessungen; Fahnenmessung*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2008a). *VDI 4253 Blatt 3 (2008-08). Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft; Verfahren zum quantitativen kulturellen Nachweis der Bakterienkonzentration in der Luft –Verfahren nach Abscheidung in*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2008b). *VDI 3787 Blatt 2 (2008-11). Umweltmeteorologie – Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung – Teil I: Klima*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2008c). *VDI 3785 Blatt 1 (2008-12). Umweltmeteorologie – Methodik und Ergebnisdarstellung von Untersuchungen zum planungsrelevanten Stadtklima*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2009a). *VDI 2308 Blatt 1 (2009-06). Abschätzung des gesundheitlichen Risikos im Immissionsschutz*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2009b). *VDI 4250 Blatt 1 (2009-11) (Entwurf). Bioaerosole und biologische Agenzien – Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol-Immissionen – Wirkungen mikrobieller Luftverunreinigungen auf den Menschen*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2011a). *VDI 3785 Blatt 1 (2011-02). Umweltmeteorologie – Methoden bodengebundener Stadt- und Standortklimamessungen mit mobilen Messsystemen*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2011b). *VDI 4250 Blatt 1 (2011-11) (Entwurf). Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol-Immissionen; Wirkungen mikrobieller Luftverunreinigungen auf den Menschen*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2013a). *VDI 4253 Blatt 4 (2013-02). Bioaerosole und biologische Agenzien; Bestimmung der Gesamtzellzahl mittels Fluoreszenzanalyse nach Anfärbung mit DAPI*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2013b). *VDI 3722 Blatt 2 (2013-05). Wirkung von Verkehrsgeräuschen – Kenngrößen beim Einwirken mehrerer Quellenarten*. Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2013c). *VDI 4251 Blatt 3 (2013-07) (Entwurf). Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft; Anlagenbezogene Ausbreitungsmodellierung von Bioaerosolen (in Vorbereitung).* Beuth Verlag, Berlin.

VDI. (2014). *VDI 4251 Blatt 2 (2014-07) (Entwurf). Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft – Ermittlung gebietstypischer Hintergrundkonzentrationen*. Beuth Verlag, Berlin.

Vohra, S. (2007). International perspective on health impact assessment in urban settings. *NSW Public Health Bulletin* 18(9-10),152-154.

Wassermann, O., Dieckmann, H., Schmitz-Feuerhake, I., Kuni, H., Scholz, R. & Lengfelder, E. (2005). Erkenntnisse der schleswig-holsteinischen Fachkommission Leukämie im Zeitraum 1993-2004 zur Ursache der in der Nahumgebung der Geesthachter Atomanlagen aufgetretenen Leukämiehäufung bei Kindern. Abschlussbericht des Vorsitzenden v. 15.9.2004. *Umwelt-medizin-gesellschaft* 18, 32-34.

Welge, A. (2006). Arbeitshilfe: Reduzierung verkehrsbedingter Schadstoffbelastungen in den Städten (Umsetzung der EU-Luftqualitätsrichtlinie). In: DIN (Deutsches Institut für Normung), Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN (KRdL) (Hrsg.), *Feinstaub und Stickstoffdioxid: Wirkung – Quellen – Luftreinhaltepläne – Minderungsmaßnahmen*. Beuth Verlag, Berlin, 265-285.

Whitehead, M. & Dahlgren, G. (1991). What can be done about inequalities in health? *Lancet* 338(8774), 1059-1063.

WHO/OMS (World Health Organization/Organización Mundial de la Salud). (1948). *Preamble to the Constitution of the World Health Organization*. WHO/OMS, New York, NY.

WHO/OMS. (1994). *Assessing human health risks of chemicals: Derivation of guidance values for health based exposure limits*. WHO/OMS, ICPS, Environmental Health Criteria 170, Geneva.

WHO/OMS. (1999a). *Guidelines for community noise*. WHO/OMS, Geneva.

WHO/OMS (1999b). *Health Impact Assessment: Main concepts and suggested approach. Gothenburg consensus paper*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO/OMS. (2000). *Air Quality Guidelines for Europe*. Regional Publications, European Series 91 (2th ed.). WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO/OMS. (2001). *Electromagnetic fields and public health: Extremely low frequency fields and cancer*. Fact Sheet 263. WHO/OMS, Geneva.

WHO/OMS. (2004). *ICD-10. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems Tenth Revision* (3 vol., 2th ed.). WHO/OMS, Geneva.

WHO/OMS. (2006a). *Air Quality Guidelines, Global update 2005*, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO/OMS. (2006b). *Report on the Technical Meeting on Quantifying Disease from Inadequate Housing*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO/OMS. (2006c). *LARES: Large analysis and review of European housing and health status*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO/OMS. (2007). *Extremely low frequency fields*. Environmental Health Criteria 238. WHO/OMS, Geneva.

WHO/OMS. (2009). *Night noise guidelines for Europe*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO/OMS & UN-HABITAT. (2010). Hidden Cities: *Unmasking and overcoming health inequities in urban settings*. WHO/OMS, Geneva.

Wichmann, H. E. (2008). Schützen Umweltzonen unsere Gesundheit oder sind sie unwirksam? *Umweltmed. Forsch. Praxis* 13(1), 7-10.

Wichmann, H. E., Schlipköter, H.-W. & Füllgraff, G. (2001). *Handbuch der Umweltmedizin: Toxikologie, Epidemiologie, Hygiene, Belastungen, Wirkungen, Diagnostik, Prophylaxe*. ecomed-Verlag, Landsberg am Lech.

Wilhelm, M. & Wichmann, H. E. (2005). III – 1.3.2 Ableitung von Grenzwerten (Umweltstandards) – Allgemeine Konzepte. In: Wichmann, H. E., Schlipköter, H.-W & Fülgraff, G. (Hrsg.), *Handbuch der Umweltmedizin*. ecomed-Verlag, Landsberg am Lech, 1-28.

Winkler, M. S., Krieger, G. R., Divall, M. J., Cissé, G., Wielga, M, Singer, B. H., Tanner, M. & Utzinger, J. (2013). Untapped potential of health impact assessment. *Bull. World Health Organ*. 91, 298-305.

Witte, I. (2012). Kombinationswirkungen von Umweltgiften. In: Steinmetz, B. & Trautmann, S. (Hrsg.), *Vergiftet und allein gelassen. Arbeitsmedizin und Umweltmedizin im Schatten wirtschaftlicher Interessen*. Bertuch Verlag, Weimar.

Yablokov, A. V., Nesterenko, V. B. & Nesterenko, A. V. (2009). Chernobyl. Consequences of the catastrophe for people and environment. *Ann. New York Acad. Sci. 1181*. The New York Academy of Sciences. New York, NY.

Yamada, M., Wong, F. L., Fujiwara, S., Akahoshi, M. & Susuki, G. (2004). Noncancer disease incidence in atomic bomb survivors, 1958-1998. *Radiat. Res*. 161, 622-632.

Yamasaki, J. N. & Schull, W. J. (1990). Perinatal loss and neurological abnormalities among children of the Atomic bomb. Nagasaki and Hiroshima revisited, 1949 to 1989. *JAMA* 264(5), 605-609.

Zwicker, E. & Fastl, H. (1999). *Psychoacoustics: Facts and models* (second updated edition). Springer, Berlin / Heidelberg / New York, NY.

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Implementada por
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH