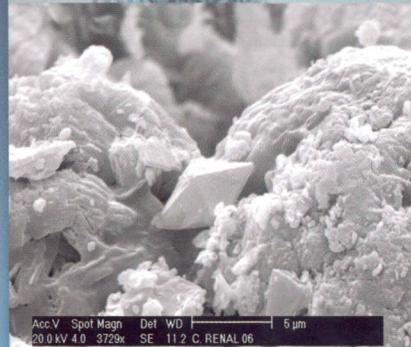


9880

C:

Mineralogía Aplicada

Salud y Medio Ambiente



M^a Isabel Carretero
Manuel Pozo

CONTENIDO

Presentación	XV
Prólogo	XVII

PARTE I INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. La mineralogía aplicada: características y objetivos	3
1.1. Introducción	3
1.2. Mineralogía aplicada: una definición compleja	5
1.3. Mineralogía aplicada, salud humana y medio ambiente	8
1.4. Los minerales y la geología ambiental	12
CAPÍTULO 2. Los minerales y la salud a lo largo de la historia	17
2.1. Los minerales y la salud humana	17
2.2. Desarrollo histórico	17
Empleo de minerales con fines terapéuticos en la Antigüedad	17
Empleo de minerales con fines terapéuticos desde la Antigüedad hasta la actualidad	22
Efecto perjudicial de los minerales	25
CAPÍTULO 3. Los minerales y el medio ambiente	31
3.1. La expresión medio ambiente	31
3.2. El medio ambiente y el protocolo de Kioto	31
3.3. Los minerales y el desarrollo sostenible	33
3.4. Relación de los minerales con el medio ambiente	33
3.5. Evolución histórica de la contaminación ambiental asociada a la extracción y aprovechamiento de los minerales	36

PARTE II MINERALOGÍA

CAPÍTULO 4. Conceptos básicos de Mineralogía	45
4.1. Introducción	45
4.2. Definición de mineral	47
4.3. Aspectos cristalográficos	50

	Crecimiento cristalino	52
	Morfología de los cristales: forma y hábito	53
	Intercrecimientos orientados de cristales	59
4.4.	Conceptos básicos de cristalografía	60
	Iones: potencial iónico y electronegatividad	60
	Enlaces	61
	Número y poliedro de coordinación	65
	Reglas generales que afectan a las estructuras iónicas	65
	Polimorfismo e isomorfismo	66

CAPÍTULO 5. Propiedades físicas, clasificación y técnicas de estudio de los minerales. . 71

5.1.	Propiedades físicas de los minerales	71
	Propiedades físicas dependientes de la luz	71
	Propiedades físicas asociadas a esfuerzos mecánicos	73
	Otras propiedades físicas de diagnóstico	77
5.2.	Clasificación de los minerales	78
5.3.	Minerales petrogenéticos	79
5.4.	Estabilidad mineral	79
5.5.	Métodos instrumentales para el estudio de los minerales	83
	Difracción de rayos X	85
	Microscopía óptica	99
	Microscopía electrónica	96
	Espectroscopía de infrarrojos	106
	Análisis térmico diferencial y termogravimétrico	107
	Análisis químico instrumental	110

CAPÍTULO 6. Principales minerales relacionados con la salud o el medio ambiente ... 115

6.1.	Minerales, salud y medio ambiente	115
6.2.	Minerales no silicatos	116
	Elementos nativos	116
	Sulfuros y sulfosales	116
	Óxidos e hidróxidos	118
	Haluros	118
	Carbonatos	119
	Sulfatos	119
	Nitratos y boratos	119
	Fosfatos	119
6.3.	Silicatos	120
	Minerales de la arcilla	121
	Grupo de las zeolitas	140
	Los asbestos	144
	Grupo de la sílice	147

CAPÍTULO 7. Características y propiedades de los minerales de la arcilla de interés en aplicaciones relacionadas con la salud y el medio ambiente 149

7.1.	Aspectos generales	149
	Aspectos texturales de las partículas arcillosas: tamaños y formas	150
	Origen del tamaño y forma de las partículas arcillosas	151

Área superficial y superficie específica	155
Propiedades de superficie: cargas permanentes y variables	157
7.2. Distribución iónica en sistemas arcilla-agua: el modelo de la doble capa difusa	159
7.3. Propiedades fisicoquímicas de las arcillas	161
Interacción del agua y los solutos con los minerales de la arcilla: sorción, intercambio iónico e hidratación	161
Fenómenos de sorción (adsorción y absorción)	161
Intercambio iónico y capacidad de intercambio catiónico	166
Hidratación e hinchamiento de las arcillas	170

CAPÍTULO 8. Otras propiedades físicas y fisicoquímicas de los minerales de la arcilla y las zeolitas. Aplicaciones industriales 175

8.1. Principales propiedades físicas de las arcillas	175
La interacción agua-arcilla: suspensiones y pastas	175
Relaciones bajas arcilla/agua: suspensiones	175
Relaciones elevadas arcilla/agua: pastas	183
8.2. Otras propiedades fisicoquímicas de las arcillas de interés en el medio ambiente y la salud	187
Conductividad hidráulica	187
Difusión iónica y flujo	188
Características termofísicas	189
8.3. Interacción de moléculas orgánicas con las arcillas	190
8.4. Propiedades y aplicaciones de las principales arcillas de interés industrial	192
Sepiolita y palygorskita	192
Bentonitas	193
Caolín	194
8.5. Propiedades y aplicaciones de las zeolitas	195

PARTE III

EFFECTOS BENEFICIOSOS DE LOS MINERALES EN LA SALUD HUMANA

CAPÍTULO 9. Minerales empleados como principios activos farmacéuticos 199

9.1. Minerales utilizados como principios activos en preparaciones farmacéuticas ..	199
9.2. Biodisponibilidad	199
Concepto de biodisponibilidad	201
Factores que influyen en la biodisponibilidad	203
Proceso LADME	203
9.3. Actividad terapéutica de los minerales	205
Actividad terapéutica de los minerales administrados por vía oral	205
Actividad terapéutica de los minerales administrados por vía parenteral	211
Actividad terapéutica de los minerales administrados por vía tópica	211
9.4. Empleo de minerales en técnicas de diagnóstico y otros usos médicos	215
9.5. Tratamientos y controles para la utilización farmacológica de los minerales	216
Tratamientos de purificación de minerales para su empleo en la industria farmacéutica	216
Controles de pureza y propiedades de los minerales para su uso farmacéutico ..	217

CAPÍTULO 10. Minerales empleados como excipientes farmacéuticos 221

10.1.	Minerales utilizados como excipientes en preparaciones farmacéuticas	221
	Lubricantes	221
	Desecantes	223
	Disgregantes	223
	Diluyentes	223
	Pigmentos	223
	Agentes emulsionantes, espesantes y antiapelmazantes	224
	Correctores del sabor	224
	Portadores-liberadores de principios activos	224
10.2.	Importancia de la interacción fármaco-excipiente mineral	224
	Influencia del excipiente mineral en la biodisponibilidad del principio activo	225
	Fenómenos de sorción-desorción en preparaciones farmacéuticas	229
10.3.	Técnicas de estudio de la interacción fármaco-mineral	231
	Procedimientos de sorción del fármaco en el mineral	231
	Estudios de sorción	232
	Estudios de desorción	232
	Estudios de estabilidad	233

CAPÍTULO 11. Minerales empleados en centros terapéuticos y de estética 235

11.1.	Desarrollo histórico	235
11.2.	Minerales empleados en centros terapéuticos y de estética	239
11.3.	Propiedades de las arcillas para su empleo en centros terapéuticos y de estética	239
11.4.	Arcilla óptima para su empleo en centros terapéuticos y de estética	240
11.5.	Formas de aplicación	241
11.6.	Actividad terapéutica y estética	242
11.7.	La peloterapia	243
	Efecto de la maduración sobre las arcillas empleadas en peloterapia	245
	Posible toxicidad de los peloides	246
	Investigación sobre peloides	246

PARTE IV

EFFECTOS PERJUDICIALES DE LOS MINERALES EN LA SALUD HUMANA

CAPÍTULO 12. Patogenicidad de los minerales y métodos de evaluación 251

12.1.	Patogenicidad de los minerales	251
12.2.	Principales minerales patógenos	251
12.3.	Factores que intervienen en la patogenicidad de los minerales	252
	Radiactividad	254
	Composición química y solubilidad en tejidos y fluidos	254
	El tamaño de las partículas	255
	La forma de las partículas	256
	Tiempo de exposición	256
	Tabaco y tipo de respuesta del organismo	257

	Reactividad del mineral en tejidos y fluidos	257
	Propiedades de superficie	257
12.4.	Métodos de evaluación de la patogenicidad de un mineral	258
	Caracterización previa de la muestra mineral	258
	Estudios epidemiológicos	259
	Estudios <i>in vivo</i>	260
	Estudios <i>in vitro</i>	261
	Relación entre estructura mineral, propiedades de superficie y actividad biológica	261

CAPÍTULO 13. Efectos nocivos relacionados con la composición química de los minerales 263

13.1.	Introducción a la geoquímica del medio ambiente	263
13.2.	Los elementos y los seres vivos	264
	Influencia de la concentración en el carácter esencial o tóxico de los elementos	266
13.3.	Geoquímica y medio ambiente	270
	Fuente natural de los elementos	270
	Elementos traza de metales y metaloides pesados	274
	Fuente antropogénica de los elementos traza: contaminación	276
	Elementos traza en soluciones: influencia de la especiación química	278
	El papel medioambiental de los minerales y constituyentes amorfos en el control de elementos traza: interacción mineral-contaminante	280
13.4.	Influencia nociva de la composición química de los minerales en la salud humana	281
	Aspectos generales	281
	Efectos tóxicos de los elementos traza en la salud humana	281
	Arsénico	284
	Selenio	285
	Mercurio	287
	Plomo	287
	Cadmio	288
	Flúor	288
	Minerales radiactivos	290
13.5.	Los minerales y la movilidad de elementos químicos en aplicaciones terapéuticas y geofagia	292
	Efectos en la salud de la ingesta de suelos y sedimentos	293
	Geofagia	293

CAPÍTULO 14. Principales patologías producidas por inhalación de partículas minerales: silicosis y asbestosis 297

14.1.	Origen de las partículas minerales peligrosas por inhalación	297
14.2.	Principales patologías	298
	Silicosis	299
	Asbestosis	302
14.3.	Minerales patógenos por inhalación	305
	Óxidos e hidróxidos	305
	Silicatos	306
14.4.	Medidas de prevención y control	311

CAPÍTULO 15. Biominerales: composición y características. Litiasis 315

15.1.	Composición y características de los biominerales	315
15.2.	Biomíneralización beneficiosa: formación de huesos y dientes	321
	Huesos	321
	Dientes	323
15.3.	Biomíneralización perjudicial: litiasis humanas	325
	Tipos de litiasis	326
15.4.	Factores que influyen en la formación de litiasis humanas	335
	Factores dietéticos	335
	Factores geográficos y climáticos	336
	Ocupación	336
	Raza y color	336
	Sexo e historia familiar	336
	Presencia de elementos, sales minerales y oligoelementos	336
	Ingesta de medicamentos	337
15.5.	Técnicas de estudio de los biominerales	337

PARTE V

EFFECTOS PERJUDICIALES Y BENEFICIOSOS DE LOS MINERALES EN EL MEDIO AMBIENTE

CAPÍTULO 16. Contaminación e impacto ambiental relacionados con la extracción y tratamiento de los minerales 341

16.1.	Contaminación del medio ambiente causada por los minerales	341
16.2.	Contaminación e impacto ambiental producidos por la extracción de minerales	345
	Contaminación provocada por la extracción de minerales	345
	Impacto ambiental producido por la extracción de minerales	353
16.3.	Efecto negativo sobre el medio ambiente y la salud, del aprovechamiento industrial de minerales	358
	Pirita	358
	Plata y oro	362
	Hierro	364
	Carbón	365
	Arcillas	366
	Rocas ornamentales	367
	Áridos	368

CAPÍTULO 17. Aplicación de los minerales en la depuración y almacenamiento de residuos 371

17.1.	Tipo de residuos	371
17.2.	Los minerales en el tratamiento de residuos sólidos	373
	Residuos sólidos no radiactivos	373
	Residuos sólidos radiactivos	379
17.3.	Los minerales en la depuración de residuos líquidos	381
	Aguas residuales no radiactivas	382
	Aguas residuales radiactivas	387
	Aguas procedentes del drenaje ácido de mina	388

17.4.	Los minerales en la depuración de residuos gaseosos	388
	Gases no radiactivos	388
	Gases de naturaleza radiactiva	388
17.5.	Los minerales en la descontaminación de suelos y sedimentos	388
	Métodos de descontaminación de sustancias tóxicas no radiactivas presentes en suelos y sedimentos	390
	Inmovilización de contaminantes radiactivos en suelos y sedimentos	390

Referencias citadas en figuras	393
---	------------

Bibliografía de consulta recomendada	395
---	------------

Índice analítico	397
-------------------------------	------------

En un artículo publicado en la revista *El Químico*, Manuel Cerdas analiza la expresión «mineralogía» para referirse al estudio propiamente de los minerales y sus propiedades, y no esta expresión, el autor de esta página, al presentar el contenido de este libro, del medio ambiente en su totalidad, con esta intención de no perder de vista la totalidad. Además, como resultado de la contaminación provocada por esta actividad, se han producido graves problemas de contaminación, con gran potencialidad, cuando el tipo de contaminación es muy alta para el hombre y el medio ambiente. Los efectos de este tipo de contaminación, sobre el hombre, más precisamente de cualquier ser vivo, se han observado, al tener contacto de cualquier persona con la contaminación, que se produce al estar en contacto con el medio ambiente.

La supervivencia de nuestra población, el punto de encuentro de la humanidad, depende de la vida que vivimos en el medio ambiente de una compleja interacción de procesos físicos, químicos y biológicos, donde, de forma continuada, se producen, alteran o destruyen compuestos orgánicos e inorgánicos. La contaminación de los seres vivos, por contaminación, por ingestión, inhalación o absorción, cuando los elementos y compuestos químicos, resultantes de la contaminación, se incorporan a dichos seres, en definitiva, se afectan. Sobre estos bases, el conocimiento de los minerales presentes en la superficie terrestre y su influencia en la salud y el medio ambiente es, sin duda, una temática relevante y de amplio interés social, aunque no siempre suficientemente conocida.

El libro que tengo el placer de presentar, *Mineralogía para todos*, de Manuel y María del Carmen, se hace eco de este interés, constituyendo el primer texto latino publi-

cado en castellano donde se recoge de forma sistemática y a mi entender, exhaustiva la incidencia de la mineralogía en esta vertiente crucial del desarrollo humano, que representa al salud y equilibrio con el medio que lo rodea.

En este libro, la mineralogía deja de ser exclusiva sobre una disciplina teórica para involucrar a los lectores en temas tan variados como son, entre otros, las aplicaciones que la mineralogía ha tenido en los minerales y las ciencias parafarmacológicas, también en la geología, y en la biología, que la presencia de determinados minerales puede tener efectos en la salud. Se presenta así un amplio abanico de temas, y que, por las características y propiedades, de ciertos minerales, que se encuentran en los minerales, como, por ejemplo, y tienen una importante influencia y cultura que rodea la actividad humana y económica, como es el caso de los minerales que se encuentran en el medio ambiente, sobre la importancia de minerales y minerales como minerales en la distribución de muchos de los productos fabricados. Frente a ello, numerosos minerales también elementos que, liberados a la atmósfera o a las aguas, tienen efectos claramente negativos sobre la salud. Asimismo, la explotación y tratamiento de los recursos minerales contribuyen a mejorar el bienestar, generando modificaciones necesarias para la vida de las poblaciones, próximas o lejanas, en los métodos de control ambiental adecuados.

De todos estos aspectos y de otros que abundan en el presente libro, que tienen presente se sitúa en ese campo emergente y de notable actualidad que ha dado en denominarse la geología médica. Felicitó a sus autores, los doctores Manuel Pizarro de la Universidad Autónoma de Madrid, y M.ª Isabel