
Contenido

Prefacio	xxvii
Sobre los autores	xxxiii

PARTE I **Conceptos básicos**

Capítulo 1. Bases de datos y usuarios de bases de datos	3
1.1. Introducción	4
1.2. Un ejemplo	5
1.3. Características del enfoque de bases de datos	7
1.3.1. Naturaleza autodescriptiva de los sistemas de bases de datos	8
1.3.2. Separación entre los programas y los datos, y abstracción de datos	9
1.3.3. Soporte de múltiples vistas de los datos	10
1.3.4. Compartición de datos y procesamiento de transacciones multiusuario	11
1.4. Los actores en la escena	11
1.4.1. Administradores de bases de datos	11
1.4.2. Diseñadores de bases de datos	12
1.4.3. Usuarios finales	12
1.4.4. Analistas de sistemas y programadores de aplicaciones (ingenieros de software)	13
1.5. Los trabajadores entre bastidores	13
1.6. Ventajas de utilizar un SGBD	14
1.6.1. Control de la redundancia	14

1.6.2.	Restricción de los accesos no autorizados	15
1.6.3.	Suministro de almacenamiento persistente de objetos y estructuras de datos de programas	15
1.6.4.	Capacidad de realizar inferencias y acciones usando reglas	16
1.6.5.	Suministro de múltiples interfaces de usuario	16
1.6.6.	Representación de vínculos complejos entre los datos	17
1.6.7.	Garantizar el cumplimiento de las restricciones de integridad	17
1.6.8.	Suministro de copias de seguridad y recuperación	17
1.7.	Implicaciones del enfoque de bases de datos	18
1.8.	Cuándo NO utilizar un SGBD	18
1.9.	Resumen	19
	Preguntas de repaso	20
	Ejercicios	20
	Bibliografía seleccionada	21
Capítulo 2.	Conceptos y arquitectura de un sistema de base de datos	23
2.1.	Modelos de datos, esquemas e instancias	24
2.1.1.	Categorías de los modelos de datos	24
2.1.2.	Esquemas, instancias y estado de la base de datos	25
2.2.	Arquitectura de un SGBD e independencia de datos	27
2.2.1.	Arquitectura de tres esquemas	27
2.2.2.	Independencia de datos	28
2.3.	Lenguajes e interfaces de bases de datos	29
2.3.1.	Lenguajes del SGBD	29
2.3.2.	Interfaces del SGBD	31
2.4.	El entorno del sistema de base de datos	32
2.4.1.	Módulos componentes del SGBD	32
2.4.2.	Utilidades del sistema de base de datos	34
2.4.3.	Herramientas, entornos de aplicación, y recursos de comunicación	34
2.5.	Clasificación de los sistemas de gestión de base de datos	35
2.6.	Resumen	36
	Preguntas de repaso	38
	Ejercicios	38
	Bibliografía seleccionada	38
Capítulo 3.	Modelado de datos utilizando el modelo entidad-relación	39
3.1.	Uso de modelos conceptuales de datos de alto nivel para el diseño de bases de datos	40
3.2.	Ejemplo de una aplicación de base de datos	42
3.3.	Tipos de entidad, conjuntos de entidad, atributos y claves	43
3.3.1.	Entidades y atributos	44
3.3.2.	Tipos de entidad, conjuntos de entidades, claves y conjuntos de valores	46
3.3.3.	Diseño conceptual inicial de la base de datos EMPRESA	48

3.4. Vínculos, tipos de vínculo, roles y restricciones estructurales	49
3.4.1. Tipos, conjuntos e instancias de vínculo	50
3.4.2. Grado de vínculo, nombres de rol y vínculos recursivos	50
3.4.3. Restricciones sobre los tipos de vínculo	52
3.4.4. Atributos de los tipos de vínculo	55
3.5. Tipos de entidad débiles	55
3.6. Refinamiento del diseño ER para la base de datos EMPRESA	56
3.7. Diagramas ER, convenciones de denominación y cuestiones de diseño	57
3.7.1. Resumen de notación para diagramas ER	57
3.7.2. Nombres apropiados para los elementos de esquema	58
3.7.3. Elecciones de diseño para el diseño conceptual ER	60
3.7.4. Notaciones alternativas para diagramas ER	60
3.8. Resumen	61
Preguntas de repaso	62
Ejercicios	63
Bibliografía seleccionada	67
Capítulo 4. Entidad-relación extendido y modelado de objetos	69
4.1. Subclases, superclases y herencia	70
4.2. Especialización y generalización	71
4.3. Restricciones y características de la especialización y de la generalización	75
4.4. Modelado de los tipos UNION mediante el uso de categorías	81
4.5. Un esquema EER UNIVERSIDAD de ejemplo y definiciones formales para el modelo EER	84
4.6. Modelado conceptual de objetos mediante diagramas de clase UML	87
4.7. Tipos de relación de grado superior a dos	89
4.8. Abstracción de datos y conceptos de representación del conocimiento	93
4.8.1. Clasificación e instanciación	94
4.8.2. Identificación	94
4.8.3. Especialización y generalización	95
4.8.4. Agregación y asociación	95
4.9. Resumen	97
Preguntas de repaso	98
Ejercicios	99
Bibliografía seleccionada	103
Capítulo 5. Almacenamiento de registros y organizaciones de ficheros primarios	105
5.1. Introducción	106
5.1.1. Jerarquías de memoria y dispositivos de almacenamiento	106
5.1.2. Almacenamiento de bases de datos	107

5.2. Dispositivos de almacenamiento secundario	109
5.2.1. Descripción del hardware de los dispositivos de disco	109
5.2.2. Dispositivos de almacenamiento en cinta magnética	113
5.3. Acceso paralelo al disco mediante el uso de tecnología RAID	114
5.3.1. Mejora de la fiabilidad con RAID	115
5.3.2. Mejora del funcionamiento con RAID	116
5.3.3. Organizaciones y niveles RAID	116
5.4. Almacenamiento intermedio de bloques	118
5.5. Grabación de los registros de un fichero en disco	119
5.5.1. Registros y tipos de registro	119
5.5.2. Ficheros, registros de longitud fija, y registros de longitud variable	120
5.5.3. Grabación de registros en bloques y registros extendidos versus no extendidos	122
5.5.4. Asignación en el disco de los bloques de un fichero	123
5.5.5. Cabeceras de fichero	123
5.6. Operaciones con ficheros	124
5.7. Ficheros de registros no ordenados (ficheros de montón)	126
5.8. Ficheros de registros ordenados (ficheros ordenados)	127
5.9. Técnicas de direccionamiento calculado	130
5.9.1. Direccionamiento calculado interno	131
5.9.2. Direccionamiento calculado externo para ficheros en disco	133
5.9.3. Técnicas de direccionamiento calculado que permiten la expansión de los ficheros	135
5.10. Otras organizaciones primarias de ficheros	138
5.10.1. Ficheros de registros mixtos	138
5.10.2. Árboles B y otras estructuras de datos	139
5.11. Resumen	139
Preguntas de repaso	140
Ejercicios	141
Bibliografía seleccionada	144
Capítulo 6. Estructuras de índices para ficheros	147
6.1. Tipos de índices ordenados de un solo nivel	148
6.1.1. Índices primarios	148
6.1.2. Índices de agrupación	151
6.1.3. Índices secundarios	152
6.1.4. Resumen	156
6.2. Índices multinivel	157
6.3. Índices multinivel dinámicos basados en árboles B y B⁺	160
6.3.1. Árboles de búsqueda y árboles B	161
6.3.2. Árboles B ⁺	165

6.4. Índices sobre claves múltiples	173
6.4.1. Índices ordenados sobre múltiples atributos	173
6.4.2. Direccionamiento partido	174
6.4.3. Ficheros rejilla	174
6.5. Otros tipos de índices	175
6.5.1. Empleo del direccionamiento calculado y de otras estructuras de datos como índices	175
6.5.2. Índices lógicos y físicos	175
6.5.3. Análisis	176
6.6. Resumen	177
Preguntas de repaso	177
Ejercicios	178
Bibliografía seleccionada	181

PARTE II
Modelo, lenguajes y sistemas relacionales

Capítulo 7. El modelo de datos relacional, las restricciones relacionales y el álgebra relacional	185
7.1. Conceptos del modelo relacional	186
7.1.1. Dominios, atributos, tuplas y relaciones	187
7.1.2. Características de las relaciones	189
7.1.3. Notación del modelo relacional	191
7.2. Restricciones relacionales y esquemas de bases de datos relacionales	191
7.2.1. Restricciones de dominio	191
7.2.2. Restricciones en la clave y restricciones sobre nulos	192
7.2.3. Bases de datos relacionales y esquemas de bases de datos	193
7.2.4. Integridad de entidades, integridad referencial y claves externas	194
7.3. Operaciones de actualización y tratamiento de las violaciones a las restricciones..	197
7.3.1. La operación Insertar	198
7.3.2. La operación Eliminar	199
7.3.3. La operación Actualizar	199
7.4. Operaciones básicas del álgebra relacional	200
7.4.1. La operación SELECCIONAR	200
7.4.2. La operación PROYECTAR	202
7.4.3. Secuencias de operaciones y la operación RENOMBRAR	203
7.4.4. Operaciones de la teoría de conjuntos	205
7.4.5. La operación REUNIÓN	207
7.4.6. Conjunto completo de operaciones del álgebra relacional	211
7.4.7. La operación DIVISIÓN	212
7.5. Operaciones relacionales adicionales	213
7.5.1. Funciones agregadas y de agrupación	214
7.5.2. Operaciones de cierre recursivo	215
7.5.3. Operaciones de REUNIÓN EXTERNA y UNIÓN EXTERNA	217

7.6. Ejemplos de consultas en álgebra relacional	218
7.7. Resumen	220
Preguntas de repaso	222
Ejercicios	222
Bibliografía seleccionada	228
Capítulo 8. El estándar de las bases de datos relacionales	229
8.1. Definición de datos, restricciones y cambios de esquema en SQL2	230
8.1.1. Conceptos de esquema y catálogo en SQL2	231
8.1.2. La instrucción CREATE TABLE y los tipos de datos y restricciones en SQL2	231
8.1.3. Instrucciones DROP SCHEMA y DROP TABLE	235
8.1.4. Instrucción ALTER TABLE	
8.2. Consultas básicas en SQL	237
8.2.1. Estructura SELECT-FROM-WHERE de consultas SQL	237
8.2.2. Manejo de nombres de atributos ambiguos y renombramiento (asignación de alias)	240
8.2.3. Cláusulas WHERE no especificadas y empleo del asterisco (*)	241
8.2.4. Tablas como conjuntos en SQL	242
8.2.5. Comparaciones de subcadenas, operadores aritméticos y ordenación	243
8.3. Consultas SQL más complejas	245
8.3.1. Consultas anidadas y comparaciones de conjuntos	245
8.3.2. Funciones EXISTS y UNIQUE en SQL	248
8.3.3. Conjuntos explícitos y NULLS en SQL	250
8.3.4. Renombrar atributos y tabla combinadas	251
8.3.5. Funciones agregadas y agrupación	253
8.3.6. Análisis y resumen de consultas en SQL	257
8.4. Sentencias insert, delete, y update en SQL	258
8.4.1. La instrucción INSERT	258
8.4.2. La instrucción DELETE	260
8.4.3. La instrucción UPDATE	261
8.5. Vistas (tablas virtuales) en SQL	261
8.5.1. Concepto de vista en SQL	261
8.5.2. Especificación de vistas en SQL	262
8.5.3. Implementación y actualización de vistas	263
8.6. Especificación de restricciones generales como aserciones	265
8.7. Características adicionales de SQL	266
8.8. Resumen	267
Preguntas de repaso	267
Ejercicios	267
Bibliografía seleccionada	271

Capítulo 9. Transformación de ER y ERE en relacional, y otros lenguajes relacionales	273
9.1. Diseño de una base de datos relacional utilizando la transformación de ER en relacional	274
9.1.1. Algoritmo de transformación de ER en relacional	274
9.1.2. Resumen de la transformación de elementos y restricciones del modelo	278
9.2. Transformación de los conceptos del modelo EER en relaciones	278
9.2.1. Relaciones superclase/subclase y especialización (o generalización)	279
9.2.2. Transformación de subclases compartidas	281
9.2.3. Transformación de categorías	281
9.3. El cálculo relacional orientado a tuplas	282
9.3.1. Variables de tupla y relaciones de rango	283
9.3.2. Expresiones y fórmulas en el cálculo relacional de tuplas	284
9.3.3. Los cuantificadores existenciales y universales	285
9.3.4. Ejemplos de consultas empleando el cuantificador universal	286
9.3.5. Transformación entre los cuantificadores universal y existencial	288
9.3.6. Cómo utilizar el cuantificador universal	288
9.3.7. Expresiones seguras	290
9.3.8. Cuantificadores en SQL	290
9.4. El cálculo relacional orientado a dominios	291
9.5. Visión del lenguaje QBE	293
9.5.1. Recuperaciones básicas en QBE	294
9.5.2. Agrupación, agregación y modificación de bases de datos en QBE	297
9.6. Resumen	299
Preguntas de repaso	300
Ejercicios	301
Bibliografía seleccionada	302
Capítulo 10. Ejemplos de sistemas de gestión de bases de datos relacionales: Oracle y Microsoft Access	305
10.1. Sistemas de gestión de bases de datos: una perspectiva histórica	306
10.2. La estructura básica del sistema Oracle	307
10.2.1. Estructura de la base de datos Oracle	307
10.2.2. Procesos Oracle	309
10.2.3. Arranque y parada de Oracle	310
10.3. Estructura de la base de datos y su gestión en Oracle	311
10.3.1. Objetos del esquema	311
10.3.2. El diccionario de datos de Oracle	313
10.3.3. SQL en Oracle	313
10.3.4. Los métodos en Oracle 8	314
10.3.5. Disparadores (<i>triggers</i>)	315
10.4. Organización del almacenamiento en Oracle	315
10.4.1. Bloques de datos	316

10.4.2.	Extensiones	317
10.4.3.	Segmentos	318
10.5.	Programación de aplicaciones en Oracle	318
10.5.1.	Programación en PL/SQL	319
10.5.2.	Cursores en PL/SQL	321
10.5.3.	Un ejemplo en PRO*C	323
10.6.	Herramientas de Oracle	325
10.7.	Una visión general de Microsoft Access	326
10.7.1.	La arquitectura de Access	326
10.7.2.	Definición de los datos en las bases de datos Access	327
10.7.3.	Definición de relaciones y restricciones de integridad referencial	328
10.7.4.	Manipulación de datos en Access	330
10.8.	Características y funcionalidad de Access	332
10.8.1.	Formularios	332
10.8.2.	Informes	333
10.8.3.	Macros y Access Basic	334
10.8.4.	Características adicionales	335
10.9.	Resumen	336
	Bibliografía seleccionada	336

PARTE III

Tecnología de bases de datos relacionales extendidas y orientadas a objetos

Capítulo 11.	Conceptos para bases de datos orientadas a objetos	339
11.1.	Panorama sobre los conceptos de orientación a objetos	341
11.2.	Identidad de objetos, estructura de objetos y constructores de tipos	343
11.2.1.	Identidad de objetos	343
11.2.2.	Estructura de objetos	344
11.2.3.	Constructores de tipos	348
11.3.	Encapsulación de operaciones, métodos, y persistencia	349
11.3.1.	Especificación del comportamiento del objeto mediante operaciones de clase	349
11.3.2.	Especificación de la persistencia de objeto a través del nombramiento y la alcanzabilidad	351
11.4.	Jerarquías de tipo y herencia	352
11.4.1.	Jerarquías de tipo y herencia	353
11.4.2.	Restricciones sobre extensiones correspondientes a una jerarquía de tipos ..	355
11.5.	Objetos complejos	356
11.5.1.	Objetos complejos no estructurados y extensibilidad de tipos	356
11.5.2.	Objetos complejos estructurados	357
11.6.	Otros conceptos de orientación a objetos	358
11.6.1.	Polimorfismo (sobrecarga de operadores)	358

11.6.2.	Herencia múltiple y herencia selectiva	359
11.6.3.	Versiones y configuraciones	359
11.7.	Resumen	360
	Preguntas de repaso	361
	Ejercicios	362
	Bibliografía seleccionada	362
Capítulo 12.	Estándares, lenguajes y diseño de bases de datos de objetos ..	363
12.1.	Visión general del modelo de objetos de ODMG	364
12.1.1.	Objetos y literales	365
12.1.2.	Interfaces predefinidas de construcción para objetos de colección	369
12.1.3.	Objetos atómicos (definidos por el usuario)	372
12.1.4.	Interfaces, clases y herencia	374
12.1.5.	Extensiones, claves y objetos factoría	374
12.2.	El lenguaje de definición de objetos	376
12.3.	El lenguaje de consulta de objetos	381
12.3.1.	Consultas simples en OQL, puntos de entrada a bases de datos y variables iterador	382
12.3.2.	Resultados de consultas y expresiones de caminos	383
12.3.3.	Otras características de OQL	385
12.4.	Visión general de la ligadura del lenguaje C++	389
12.5.	Diseño conceptual de bases de datos de objetos	391
12.5.1.	Diferencias entre el diseño conceptual de una BDO y una BDR	391
12.5.2.	Transformación de un esquema EER en un esquema de BDO	392
12.6.	Ejemplos de SGBDO	394
12.6.1.	Visión general del sistema O2	394
12.6.2.	Visión general del sistema ObjectStore	398
12.7.	Visión general del estándar CORBA para objetos distribuidos	403
12.8.	Resumen	407
	Preguntas de repaso	407
	Ejercicios	408
	Bibliografía seleccionada	408
Capítulo 13.	Sistemas de bases de datos objeto-relacionales y relacionales extendidos	409
13.1.	Evolución y tendencias actuales de la tecnología de bases de datos	410
13.1.1.	La evolución de la tecnología de los sistemas de bases de datos	410
13.1.2.	Direcciones actuales de la tecnología de los sistemas de bases de datos ..	410
13.2.	El servidor universal de Informix	411
13.2.1.	Tipos de datos extensibles	413
13.2.2.	Soporte de rutinas definidas por el usuario	414
13.2.3.	Soporte de herencia	415
13.2.4.	Soporte de extensiones de indexación	417

13.2.5.	Soporte de fuentes de datos externas	417
13.2.6.	Soporte de una interfaz de programación de aplicaciones (API) con <i>data blades</i>	418
13.3.	Características objeto-relacionales de Oracle 8	421
13.3.1.	Algunos ejemplos de las características objeto-relacionales de Oracle	422
13.3.2.	Gestión de objetos grandes y otras características de almacenamiento	423
13.4.	Una visión del SQL3	424
13.4.1.	El estándar SQL3 y sus componentes	424
13.4.2.	Algunas operaciones y características nuevas de SQL3	425
13.4.3.	Soporte objeto-relacional en SQL3	426
13.5.	Implementación y cuestiones relativas a los sistemas de tipo extendido	431
13.6.	El modelo de datos relacional anidado	432
13.7.	Resumen	434
	Bibliografía seleccionada	435

PARTE IV

Teoría y metodología del diseño de bases de datos

Capítulo 14.	Dependencias funcionales y normalización en bases de datos relacionales	439
14.1.	Pautas informales de diseño para los esquemas de relación	440
14.1.1.	Semántica de los atributos de relación	441
14.1.2.	Información redundante en las tuplas y anomalías de actualización	443
14.1.3.	Valores nulos en las tuplas	446
14.1.4.	Generación de tuplas espurias	446
14.1.5.	Resumen y análisis de las pautas de diseño	448
14.2.	Dependencias funcionales	449
14.2.1.	Definición de dependencia funcional	449
14.2.2.	Reglas de inferencia para las dependencias funcionales	451
14.2.3.	Equivalencia de conjuntos de dependencias funcionales	454
14.2.4.	Conjuntos mínimos de dependencias funcionales	455
14.3.	Formas normales basadas en claves primarias	455
14.3.1.	Introducción a la normalización	456
14.3.2.	Primera forma normal	457
14.3.3.	Segunda forma normal	459
14.3.4.	Tercera forma normal	461
14.4.	Definiciones generales de la segunda y tercera formas normales	462
14.4.1.	Definición general de la segunda forma normal	463
14.4.2.	Definición general de la tercera forma normal	463
14.4.3.	Interpretación de la definición general de 3FN	465
14.5.	Forma normal de Boyce-Codd	465

14.6. Resumen	467
Preguntas de repaso	468
Ejercicios	469
Bibliografía seleccionada	472
Capítulo 15. Algoritmos de diseño de bases de datos relacionales y dependencias adicionales	473
15.1. Algoritmos para el diseño de esquemas de bases de datos relacionales	474
15.1.1. Descomposición de relaciones e insuficiencia de las formas normales ...	474
15.1.2. Descomposición y conservación de las dependencias	475
15.1.3. Descomposición y reuniones sin pérdidas (no aditivas)	477
15.1.4. Problemas con valores nulos y tuplas colgantes	482
15.1.5. Análisis de los algoritmos de normalización	484
15.2. Dependencias multivaluadas y cuarta forma normal	485
15.2.1. Definición formal de dependencia multivaluada	485
15.2.2. Reglas de inferencia para las dependencias funcionales y multivaluadas ..	487
15.2.3. Cuarta forma normal	488
15.2.4. Descomposición que posee la propiedad de reunión sin pérdidas para dar relaciones en 4FN	489
15.3. Dependencia de reunión y quinta forma normal	490
15.4. Dependencias de inclusión	491
15.5. Otras dependencias y formas normales	492
15.5.1. Dependencias de plantilla	492
15.5.2. Forma normal de dominio-clave (FNDC)	493
15.6. Resumen	493
Preguntas de repaso	494
Ejercicios	494
Bibliografía seleccionada	496
Capítulo 16. Diseño y ajuste práctico de bases de datos	497
16.1. El papel de los sistemas de información en las organizaciones	498
16.1.1. Contexto del empleo de sistemas de bases de datos en una organización ..	498
16.1.2. El ciclo de vida de un sistema de información	500
16.1.3. Ciclo de vida del sistema de aplicación de base de datos	501
16.2. El proceso de diseño de bases de datos	503
16.2.1. Fase 1: Obtención y análisis de requisitos	504
16.2.2. Fase 2: Diseño conceptual de la base de datos	506
16.2.3. Fase 3: Elección del SGBD	515
16.2.4. Fase 4: Transformación al modelo de datos (diseño lógico de la base de datos)	517
16.2.5. Fase 5: Diseño físico de la base de datos	518
16.2.6. Fase 6: Implementación y ajuste del sistema de base de datos	519
16.3. Pautas para el diseño físico de bases de datos relacionales	519
16.3.1. Factores que influyen en el diseño físico de la base de datos	519
16.3.2. Decisiones de diseño físico de una base de datos	521

16.4. Una visión general del ajuste de bases de datos en sistemas relacionales	523
16.4.1. Ajuste de índices	524
16.4.2. Ajuste del diseño de la base de datos	525
16.4.3. Ajuste de consultas	526
16.4.4. Pautas adicionales para el ajuste de consultas	528
16.5. Herramientas automatizadas de diseño	529
16.6. Resumen	532
Preguntas de repaso	532
Bibliografía seleccionada	533

PARTE V

Técnicas de implementación del sistema

Capítulo 17. Arquitecturas del sistema de base de datos y el catálogo del sistema	537
17.1. Arquitectura de un SGBD centralizado	538
17.1.1. Arquitectura de un SGBD centralizado	538
17.1.2. Arquitectura cliente-servidor	538
17.1.3. Arquitecturas cliente-servidor para SGBD	540
17.2. Catálogo para SGBD relacionales	541
17.3. Información del catálogo del sistema en ORACLE	545
17.4. Otra información del catálogo utilizada por módulos de software del SGBD ..	548
17.5. Sistema de diccionario de datos y depósito de datos	549
17.6. Resumen	550
Preguntas de repaso	550
Ejercicios	551
Bibliografía seleccionada	551
Capítulo 18. Procesamiento y optimización de consultas	553
18.1. Traducción de consultas en SQL a álgebra relacional	555
18.2. Algoritmos básicos para ejecutar operaciones de consulta	556
18.2.1. Clasificación externa	557
18.2.2. Implementación de la operación SELECCIONAR	558
18.2.3. Implementación de la operación REUNIÓN	561
18.2.4. Implementación de la operación PROYECTAR y las operaciones de CON- JUNTOS	568
18.2.5. Implementación de las operaciones de agregación	569
18.2.6. Implementación de la reunión externa	570
18.2.7. Combinación de operaciones mediante segmentación	571
18.3. Uso de heurísticas en la optimización de consultas	572
18.3.1. Notación para los árboles de consulta y grafos de consulta	572
18.3.2. Optimización heurística de árboles de consulta	574
18.3.3. Conversión de los árboles de consulta en planes de ejecución de consulta ..	581

18.4. Uso de selectividad y estimaciones de costo en la optimización de consultas ...	582
18.4.1. Componentes del costo de ejecución de una consulta	583
18.4.2. Información del catálogo usada en las funciones de costo	583
18.4.3. Ejemplos de funciones de costo para SELECCIONAR	584
18.4.4. Ejemplos de funciones de costo para REUNIÓN	586
18.4.5. Consultas de relación múltiple y ordenamiento de reunión	588
18.4.6. Ejemplo para ilustrar la optimización de consultas basada en el costo ...	589
18.5. Visión de la optimización de consultas en ORACLE	591
18.6. Optimización semántica de consultas	592
18.7. Resumen	593
Preguntas de repaso	593
Ejercicios	594
Bibliografía seleccionada	595
Capítulo 19. Conceptos sobre procesamiento de transacciones	597
19.1. Introducción al procesamiento de transacciones	598
19.1.1. Sistemas monousuario frente a sistemas multiusuario	598
19.1.2. Transacciones, operaciones de lectura y escritura, y buffers del SGBD ...	599
19.1.3. Por qué es necesario el control de concurrencia	601
19.1.4. Por qué es necesaria la recuperación	603
19.2. Conceptos de transacciones y sistemas	604
19.2.1. Estados de transacciones y operaciones adicionales	604
19.2.2. El diario del sistema	606
19.2.3. Punto de confirmación de una transacción	606
19.3. Propiedades deseables en las transacciones	607
19.4. Planes y recuperabilidad	608
19.4.1. Planes (historias) de transacciones	608
19.4.2. Caracterización de planes basados en su recuperabilidad	609
19.5. Seriabilidad de los planes	611
19.5.1. Planes en serie, no en serie y serializables por conflictos	611
19.5.2. Prueba de seriabilidad por conflictos de un plan	614
19.5.3. Aplicaciones de la seriabilidad	618
19.5.4. Equivalencia de vistas y seriabilidad por vistas	618
19.5.5. Otros tipos de equivalencia de planes	619
19.6. Soporte de transacciones en SQL	620
19.7. Resumen	622
Preguntas de repaso	623
Ejercicios	623
Bibliografía seleccionada	624
Capítulo 20. Técnicas de control de concurrencia	625
20.1. Técnicas de bloqueo para el control de concurrencia	626
20.1.1. Tipos de bloqueo y tablas de bloqueo del sistema	626

20.1.2.	Garantizar la seriabilidad con el bloqueo de dos fases	630
20.1.3.	Resolución del bloqueo mortal y de la espera indefinida	632
20.2.	Control de concurrencia basado en ordenamiento por marcas de tiempo	635
20.2.1.	Marcas de tiempo	635
20.2.2.	El algoritmo de ordenamiento por marcas de tiempo	636
20.3.	Técnicas para el control de concurrencia multiversión	638
20.3.1.	Técnica multiversión basada en ordenamiento por marca de tiempo	638
20.3.2.	Bloqueo en dos fases multiversión mediante bloqueos de certificación ...	639
20.4.	Técnicas de validación (optimistas) para el control de concurrencia	640
20.5.	Granularidad de elementos de datos y bloqueo de granularidad múltiple	642
20.5.1.	Consideraciones sobre el nivel de granularidad para el bloqueo	642
20.5.2.	Bloqueo de nivel de granularidad múltiple	643
20.6.	Uso de bloqueos para control de concurrencia en índices	646
20.7.	Otras cuestiones sobre el control de concurrencia	647
20.7.1.	Inserción, eliminación y registros fantasma	647
20.7.2.	Transacciones interactivas	648
20.7.3.	Cerrojos	648
20.8.	Resumen	648
	Preguntas de repaso	649
	Ejercicios	650
	Bibliografía seleccionada	650
Capítulo 21.	Técnicas de recuperación de bases de datos	653
21.1.	Conceptos de recuperación	654
21.1.1.	Introducción a la recuperación y clasificación de algoritmos de recupera- ción	654
21.1.2.	Movimientos de bloques de disco a la memoria caché	655
21.1.3.	Escritura anticipada en el diario, robar/no-robar, y forzar/no-forzar	656
21.1.4.	Puntos de control en el diario del sistema y puntos de control difusos ...	657
21.1.5.	Restauración (<i>rollback</i>) de transacciones	658
21.2.	Técnicas de recuperación basadas en la actualización diferida	660
21.2.1.	Recuperación por actualización diferida en un entorno monousuario	660
21.2.2.	Actualización diferida con ejecución concurrente en un entorno multi- usuario	661
21.2.3.	Acciones de las transacciones que no afectan a la base de datos	664
21.3.	Técnicas de recuperación basadas en actualización inmediata	664
21.3.1.	Recuperación DESHACER/REHACER basada en actualización inmediata en un entorno monousuario	664
21.3.2.	Recuperación DESHACER/REHACER basada en actualización inmediata con ejecución concurrente	665
21.4.	Paginación en la sombra	666
21.5	Algoritmos de recuperación ARIES	667

21.6. Recuperación en sistemas de multibases de datos	670
21.7. Respaldo de bases de datos y recuperación de fallos catastróficos	671
21.8. Resumen	672
Preguntas de repaso	673
Ejercicios	674
Bibliografía seleccionada	676
Capítulo 22. Seguridad y autorización en bases de datos	679
22.1. Introducción a los problemas de seguridad en las bases de datos	679
22.1.1. Tipos de seguridad	679
22.1.2. La seguridad de la base de datos y el ABD	681
22.1.3. Protección de acceso, cuentas de usuario y auditoría de la base de datos .	681
22.2. Control de acceso discrecional basado en concesión/revocación de privilegios .	682
22.2.1. Tipos de privilegios discrecionales	682
22.2.2. Cómo especificar autorizaciones utilizando vistas	684
22.2.3. Revocación de privilegios	684
22.2.4. Propagación de privilegios utilizando la opción de concesión (GRANT OPTION)	684
22.2.5. Un ejemplo	685
22.2.6. Especificación de límites para la propagación de privilegios	686
22.3. Control de acceso obligatorio para seguridad multinivel	687
22.4. Introducción a la seguridad en bases de datos estadísticas	690
22.5. Resumen	691
Preguntas de repaso	691
Ejercicios	692
Bibliografía seleccionada	692

PARTE VI

Conceptos de bases de datos avanzadas y nuevas aplicaciones

Capítulo 23. Modelos de datos extendidos para aplicaciones avanzadas	697
23.1. Conceptos sobre bases de datos activas	698
23.1.1. Modelo generalizado de las bases de datos activas y disparadores en Oracle	699
23.1.2. Cuestiones sobre el diseño e implementación de las bases de datos activas	703
23.1.3. Ejemplos de reglas activas de nivel de sentencia en STARBURST	705
23.1.4. Aplicaciones potenciales de las bases de datos activas	707
23.2. Conceptos sobre bases de datos temporales	707
23.2.1. Representación de tiempo, calendarios y dimensiones de tiempo	708
23.2.2. Incorporación del tiempo en las bases de datos relacionales empleando versiones de tuplas	710

23.2.3.	Incorporación de tiempo en bases de datos orientadas a objetos empleando versiones de atributos	715
23.2.4.	Construcciones de consultas temporales y el lenguaje TSQL2	717
23.2.5.	Datos de series de tiempo	719
23.3.	Bases de datos espaciales y multimedia	720
23.3.1.	Introducción a los conceptos de bases de datos espaciales	720
23.3.2.	Introducción a los conceptos de bases de datos multimedia	721
23.4.	Resumen	723
	Preguntas de repaso	724
	Ejercicios	724
	Bibliografía seleccionada	726
Capítulo 24.	Bases de datos distribuidas y arquitectura cliente-servidor	727
24.1.	Conceptos de bases de datos distribuidas	728
24.1.1.	Tecnología distribuida y paralela	729
24.1.2.	Ventajas de las bases de datos distribuidas	729
24.1.3.	Funciones adicionales de las bases de datos distribuidas	732
24.2.	Técnicas de fragmentación, replicación y asignación de los datos para el diseño de bases de datos distribuidas	733
24.2.1.	Fragmentación de datos	733
24.2.2.	Replicación y asignación de los datos	735
24.2.3.	Ejemplo de fragmentación, asignación y replicación	736
24.3.	Tipos de sistemas de bases de datos distribuidas	739
24.4.	Procesamiento de consultas en bases de datos distribuidas	742
24.4.1.	Costos de la transferencia de datos en el procesamiento de consultas distribuidas	742
24.4.2.	Procesamiento de consultas distribuidas por semirreunión	744
24.4.3.	Descomposición de actualizaciones y de consultas	745
24.5.	Panorama sobre el control de concurrencia y la recuperación en bases de datos distribuidas	747
24.5.1.	Control de concurrencia distribuido basado en una copia distinguida de un elemento de datos	747
24.5.2.	Control de concurrencia distribuido basado en la votación	749
24.5.3.	Recuperación distribuida	749
24.6.	Repaso de la arquitectura cliente-servidor y su relación con bases de datos distribuidas	750
24.7.	Bases de datos distribuidas Oracle	751
24.8.	Líneas futuras de la tecnología cliente-servidor	754
24.9.	Resumen	755
	Preguntas de repaso	756
	Ejercicios	757
	Bibliografía seleccionada	759

Capítulo 25. Bases de datos deductivas	761
25.1. Introducción a las bases de datos deductivas	762
25.2. Notación Prolog/Datalog	763
25.2.1. Un ejemplo	763
25.2.2. Notación de Datalog	765
25.2.3. Forma clausal y cláusulas de Horn	766
25.3. Interpretación de reglas	767
25.4. Mecanismos de inferencia básicos para programas lógicos	770
25.4.1. Mecanismos de inferencia ascendentes (encadenamiento hacia delante) ..	770
25.4.2. Mecanismos de inferencia descendente (encadenamiento hacia atrás)	771
25.5. Programa de Datalog y su evaluación	773
25.5.1. Seguridad de los programas	773
25.5.2. Empleo de operaciones relacionales	775
25.5.3. Evaluación de consultas no recursivas en consultas Datalog	777
25.5.4. Conceptos de procesamiento de consultas recursivas en Datalog	779
25.5.5. Negación estratificada	785
25.6. Sistemas de bases de datos deductivas	786
25.6.1. El sistema LDL	786
25.6.2. NAIL!	788
25.6.3. El sistema CORAL	789
25.7. Bases de datos deductivas orientadas a objetos	790
25.7.1. Visión de las BDDOO	791
25.7.2. VALIDITY	791
25.8. Aplicaciones de sistemas comerciales de bases de datos deductivas	792
25.8.1. Aplicaciones de LDL	793
25.8.2. Aplicaciones de VALIDITY	793
25.9. Resumen	794
Ejercicios	795
Bibliografía seleccionada	798
Capítulo 26. Almacenes de datos y minería de datos	799
26.1. Almacenes de datos (<i>Data Warehousing</i>)	800
26.1.1. Terminología y definiciones	800
26.1.2. Características de los almacenes de datos	801
26.1.3. Modelado de datos para almacenes de datos	802
26.1.4. Construcción de un almacén de datos	807
26.1.5. Funcionalidad típica de los almacenes de datos	809
26.1.6. Dificultades a la hora de implementar los almacenes de datos	811
26.1.7. Cuestiones abiertas en el almacenamiento de datos	812
26.2. Minería de datos	812
26.2.1. Visión general de la tecnología de minería de datos	813
26.2.2. Reglas de asociación	816
26.2.3. Planteamientos de otros problemas de la minería de datos	821

26.2.4.	Aplicaciones de la minería de datos	825
26.2.5.	Estado del arte de las herramientas comerciales de minería de datos	825
26.3.	Resumen	827
	Ejercicios	828
	Bibliografía seleccionada	829
Capítulo 27.	Nuevas tecnologías y aplicaciones de bases de datos	831
27.1.	Bases de datos en la World Wide Web	832
27.1.1.	Acceso a las bases de datos en la <i>World Wide Web</i>	833
27.1.2.	La opción de integración Web de INFORMIX	834
27.1.3.	El servidor Web de ORACLE	835
27.1.4.	Problemas por resolver con las bases de datos Web	836
27.1.5.	Bibliografía seleccionada para las bases de datos de la World Wide Web ..	837
27.2.	Bases de datos multimedia	838
27.2.1.	La naturaleza de los datos multimedia y de las aplicaciones	838
27.2.2.	Cuestiones de gestión de datos	839
27.2.3.	Problemas de investigación por resolver	840
27.2.4.	Aplicaciones de bases de datos multimedia	842
27.2.5.	Bibliografía seleccionada sobre bases de datos multimedia	843
27.3.	Bases de datos móviles	844
27.3.1.	Arquitectura informática móvil	844
27.3.2.	Tipos de datos en aplicaciones móviles	846
27.3.3.	Cuestiones de la gestión de datos	847
27.3.4.	Bases de datos móviles sincronizadas intermitentemente	848
27.3.5.	Bibliografía seleccionada para las bases de datos móviles	849
27.4.	Sistemas de información geográfica	849
27.4.1.	Las aplicaciones GIS	849
27.4.2.	Requisitos de los GIS para la gestión de datos	850
27.4.3.	Operaciones específicas de datos GIS	852
27.4.4.	Ejemplos de un GIS: ARC-INFO	853
27.4.5.	Problemas y cuestiones futuras en los GIS	854
27.4.6.	Bibliografía seleccionada para los GIS	855
27.5.	Gestión de datos del genoma	856
27.5.1.	Ciencias biológicas y genética	856
27.5.2.	Características de los datos biológicos	856
27.5.3.	El proyecto del genoma humano y las bases de datos biológicas actuales ..	859
27.5.4.	Bibliografía seleccionada para las bases de datos del genoma	861
27.6.	Bibliotecas digitales	862
27.6.1.	La iniciativa de las bibliotecas digitales	863
27.6.2.	Bibliografía seleccionada sobre bibliotecas digitales	864
Apéndice A.	Notaciones gráficas alternas	865
Apéndice B.	Parámetros de discos	869

Apéndice C. Una visión del modelo de datos en red	873
C.1. Conceptos del modelado de datos en red	873
C.1.1. Registros, tipos de registro y elementos de datos	874
C.1.2. Tipos de conjunto y sus propiedades básicas	874
C.1.3. Tipos especiales de conjuntos	875
C.1.4. Representaciones almacenadas de instancias de conjuntos	877
C.1.5. Empleo de conjuntos para representar vínculos 1:1 y M:N	879
C.2. Restricciones en el modelo en red	880
C.2.1. Opciones (restricciones) de inserción en conjuntos	882
C.2.2. Opciones (restricciones) de retención en conjuntos	882
C.2.3. Opciones de ordenamiento de conjuntos	884
C.2.4. Opciones de selección de conjunto	885
C.2.5. Definiciones de datos en el modelo en red	886
C.3. Manipulación de datos en el modelo en red	888
C.3.1. Conceptos básicos para la manipulación de bases de datos en red	889
C.4. Lenguaje de manipulación de datos en red	890
C.4.1. Instrucciones de LMD para obtención y navegación	891
C.4.2. Instrucciones del LMD para el procesamiento de conjuntos	892
C.4.3. Instrucciones LMD para actualizar la base de datos	893
C.4.4. Instrucciones para actualizar ocurrencias de conjunto	894
Bibliografía seleccionada	895
Apéndice D. Una visión del modelo de datos jerárquico	897
D.1. Estructura de bases de datos jerárquicas	897
D.1.1. Relaciones padre-hijo y esquemas jerárquicos	897
D.1.2. Propiedades de los esquemas jerárquicos	898
D.1.3. Árboles de ocurrencias jerárquicas	900
D.1.4. Forma linealizada de un árbol de ocurrencias jerárquicas	901
D.1.5. Relaciones padre-hijo virtuales	902
D.2. Relaciones de integridad y definiciones de datos en el modelo jerárquico	904
D.2.1. Restricciones de integridad en el modelo jerárquico	904
D.2.2. Definición de datos en el modelo jerárquico	904
D.3. Lenguaje de manipulación de datos para el modelo jerárquico	906
D.3.1. El comando GET	907
D.3.2. Las instrucciones de recuperación GET PATH y GET NEXT WITHIN PARENT	908
D.3.3. Instrucciones de HDML para actualización	909
D.3.4. IMS: Un SGBD jerárquico	910
Bibliografía seleccionada	910
Bibliografía seleccionada	911
Índice	941