

Contenido

A	INTRODUCCIÓN	21
1.	PRIMEROS PASOS	23
1.1.	<i>Normativa relacionada</i>	24
1.2.	<i>Instalación</i>	25
	PostgreSQL	25
	Comprobación del servicio	27
	Path del sistema	28
	Instalación de PostGIS	28
1.3.	<i>Clientes SQL</i>	29
	Clientes de texto: <i>psql</i>	29
	Codificación terminal (MS Windows)	30
	Conexión al servidor	30
	Clientes gráficos: <i>pgadmin3</i>	32
1.4.	<i>Tipos básicos de datos</i>	33
1.5.	<i>Notas antes de empezar</i>	35
	Creación de una nueva base de datos	35
	Cambio de contraseña	35
	Conocimientos previos	35
2.	DATOS DE LA PUBLICACIÓN	36
2.1.	<i>Instalación de la máquina virtual</i>	36
2.2.	<i>Cartografía y código fuente de los ejemplos</i>	36
B	NÚCLEO	37
1.	LA BASE DE DATOS ESPACIAL	39
1.1.	<i>Creación de la base de datos espacial</i>	39
	Módulo principal y vectorial	39
	Módulo de <i>raster</i> (PostGIS \geq 2.0)	40
	Módulo de topología persistente (PostGIS \geq 2.0)	41
	Nota sobre los ficheros SQL de PostGIS	41
	Creación de una plantilla espacial	42
	Proceso alternativo (Postgres \geq 9.1 y PostGIS \geq 2.0)	43
1.2.	<i>Algunas funciones para los ejemplos</i>	43
1.3.	<i>Metadatos sobre los CRS</i>	44
1.4.	<i>Creación y borrado de una tabla espacial</i>	45
	PostGIS \geq 2.0	45
	Método 1: Utilizando <i>typmod</i> sin restricciones Check	45
	Método 2: Utilizando restricciones Check	46
	PostGIS $<$ 2.0	48
1.5.	<i>Metadatos de las columnas de geometría</i>	49
2.	TIPOS DE GEOMETRÍA	50
	Vértices con Z, M o ZM	51
2.1.	<i>Creación e inserción de geometrías</i>	51
	Conversiones a otros formatos	54
	Recordatorio de funciones PostGIS	54
	Conversiones automáticas al tipo <i>geometry</i>	55

2.2.	<i>Importación y exportación de cartografía</i>	55
	Importación de un fichero <i>shape</i> con las utilidades de PostGIS	55
	Trabajo con esquemas: <i>search_path</i>	57
	Problemas de codificación de los ficheros <i>shape</i>	58
	Versión gráfica del importador <i>shp2pgsql</i>	59
	Exportación a un fichero <i>shape</i> con las utilidades de PostGIS	59
	Importadores / exportadores: GDAL/OGR	60
	Comando <i>ogrinfo</i>	61
	Comando <i>ogr2ogr</i>	61
	Problemas de conversión entre juegos de caracteres.....	63
	Otros importadores / exportadores	64
	Conversión de datos OSM a PostGIS	64
	Utilización de SIG de escritorio.....	64
3.	EJEMPLOS DEL CAPÍTULO.....	65
3.1.	<i>Datos cartográficos utilizados en los ejemplos</i>	65
3.2.	<i>Visualización y edición gráfica de capas PostGIS</i>	65
	Conclusiones	67
4.	MODELO <i>SIMPLE FEATURES</i> O FENÓMENOS SIMPLES	71
4.1.	<i>Esquema de herencia de las geometrías</i>	71
	<i>JTS Builder</i>	72
4.2.	<i>Dimensión de una geometría</i>	73
4.3.	<i>Interior, contorno y exterior de las geometrías</i>	74
	Contorno de una <i>MultiCurve</i>	75
4.4.	<i>Definición de las geometrías básicas</i>	76
	Subconsultas en PostGIS.....	76
	Subselect.....	76
	Common Table Expressions (CTE).....	78
	<i>ST_Point</i> y <i>ST_Multipoint</i>	79
	<i>ST_Curve</i> <- <i>ST_Linestring</i>	79
	<i>ST_MultiCurve</i> <- <i>ST_MultiLinestring</i>	80
	<i>ST_Surface</i> <- <i>ST_CurvePolygon</i> <- <i>ST_Polygon</i>	81
	<i>ST_MultiSurface</i> : <i>ST_MultiPolygon</i>	83
5.	RELACIONES ESPACIALES	85
5.1.	<i>Matriz DE-9IM</i>	85
	Uso de patrones DE-9IM personalizados	86
5.2.	<i>Predicados espaciales</i>	86
	<i>ST_Disjoint</i> , <i>ST_Intersects</i>	87
	Resumen de los predicados	88
	<i>ST_Touches</i>	89
	<i>ST_Crosses</i>	90
	<i>ST_Overlaps</i>	90
	<i>ST_Equals</i>	91
	Igualdad no topológica	91
	Operador de igualdad de cajas	92
	<i>ST_Covers</i> , <i>ST_CoveredBy</i>	94
5.3.	<i>Ejemplos de predicados espaciales</i>	95
6.	INDEXACIÓN ESPACIAL	99
6.1.	<i>Creación y utilización de índices espaciales</i>	99
	Otros operadores espaciales de comparación de cajas.....	101
6.2.	<i>Planificador</i>	101
	Modificación del plan de ejecución	103
	Visualización gráfica del plan de ejecución.....	103
6.3.	<i>Predicados espaciales con el operador && embebido</i>	103
6.4.	<i>Indexación espacial 3D</i>	105

7.	CREACIÓN DE TABLAS Y VISTAS PARA ALMACENAR CONSULTAS ESPACIALES.....	107
7.1.	<i>Almacenar resultados en tablas espaciales</i>	107
	Procedimiento riguroso.....	107
	Procedimiento práctico.....	108
	Uso de CAST para definir el tipo de los campos de la tabla.....	108
	Ejemplos.....	108
	Copia de la estructura de una tabla.....	110
7.2.	<i>Utilización de vistas espaciales</i>	110
	Creación de reglas para actualizar vistas.....	111
	Capa de eventos.....	112
	Vistas como control dinámico de la calidad cartográfica.....	113
C	ANÁLISIS ESPACIAL.....	115
1.	INTRODUCCIÓN.....	117
	Utilización de tablas en los ejemplos.....	117
2.	OPERADORES ESPACIALES.....	118
2.1.	<i>Ejemplos gráficos</i>	120
2.2.	<i>Tipos de geometrías devueltas</i>	122
2.3.	<i>Homogeneización de las geometrías devueltas</i>	123
	Utilización de <i>STX_Extract</i>	125
3.	OPERACIONES DE SUPERPOSICIÓN (<i>OVERLAY</i>).....	127
3.1.	<i>Intersección (Intersect)</i>	127
	Entrada: polígonos, salida: líneas.....	128
	Entrada: polígonos y líneas, salida: líneas.....	128
	Otros casos.....	128
3.2.	<i>Borrado (Erase)</i>	129
	Agregados y <i>group by</i> (PostgreSQL ≤ 9.0).....	130
	Inserción de geometrías aisladas.....	131
3.3.	<i>Superposición (Overlay)</i>	132
3.4.	<i>Identidad (Identity)</i>	133
3.5.	<i>Actualización (Update)</i>	134
4.	OPERACIONES DE EXTRACCIÓN.....	135
4.1.	<i>Recorte (Clip)</i>	135
4.2.	<i>Selección (Select)</i>	136
5.	PROXIMIDAD.....	137
5.1.	<i>Área de influencia (Buffer)</i>	137
5.2.	<i>Selecciones según distancias</i>	139
	<i>ST_DWithin</i>	140
5.3.	<i>Tabla de proximidad (Near table)</i>	141
5.4.	<i>Búsqueda del vecino más próximo</i>	141
	Mediante <i>subselects</i>	142
	Agregado de mínima distancia con identificador.....	142
	Mediante funciones ventana.....	143
	Indexación KNN.....	144
6.	GENERALES.....	146
6.1.	<i>Concatenación espacial (Spatial join)</i>	146
	Cardinalidad ríos (1) corrientes (1).....	146
	Cardinalidad ríos (1) corrientes (1..n).....	147
	Cardinalidad ríos (0).....	147
	Cardinalidad corrientes (0).....	147
6.2.	<i>Adición (Append/Merge)</i>	148

7.	GENERALIZACIÓN	149
7.1.	<i>Disolución (Dissolve)</i>	149
	ST_Collect y ST_Union	150
	ST_UnaryUnion	151
7.2.	<i>Simplificación de geometrías</i>	152
8.	TRANSFORMACIÓN Y EDICIÓN DE COORDENADAS	156
8.1.	<i>Edición</i>	156
8.2.	<i>Transformaciones</i>	157
8.3.	<i>Proyecciones</i>	158
	Cambio de CRS de una capa	159
	Reproyección de una capa	161
9.	CONVERSIONES	162
9.1.	<i>Multigeometrías a geometrías simples</i>	162
	Funciones ‘set returning’	162
	ST_Dump	163
9.2.	<i>Conversión a segmentos lineales</i>	164
9.3.	<i>Conversión a entidades puntuales</i>	165
	Desde entidades lineales	165
	Desde entidades poligonales	166
9.4.	<i>Conversión a entidades lineales</i>	167
	Desde entidades poligonales	167
	Desde entidades puntuales	167
9.5.	<i>Conversión a entidades superficiales</i>	168
	Modificación de geometrías lineales	169
9.6.	<i>Cambio de dimensión de las coordenadas</i>	171
10.	REFERENCIA LINEAL (LRS)	172
	Referencia lineal: fracción de distancia como medida	172
	Referencia lineal: coordenadas M o Z como medida	173
	Pegando líneas	174
	Inserción de vértices en los puntos más cercanos	175
D	VALIDACIÓN CARTOGRÁFICA	177
1.	OPTIMIZACIÓN DEL ANÁLISIS ESPACIAL	179
1.1.	<i>Diseño del análisis espacial</i>	179
1.2.	<i>Segmentación de capas mediante rejilla</i>	180
	Disoluciones	182
	Borrado	185
	Recorte	187
	Intersección	187
1.3.	<i>TopologyException</i>	188
2.	PROYECCIONES Y TRANSFORMACIONES ENTRE DATUM	189
2.1.	<i>Caso práctico: de ED50 a ETRS89</i>	190
	Modelo de 7 parámetros	191
	Modelo de rejilla NTV2	192
	Reiniciación de los parámetros	193
	Configuración localización biblioteca	193
3.	TOLERANCIA EN EL ANÁLISIS ESPACIAL	194
3.1.	<i>Precisión Cartográfica y la tolerancia</i>	195
3.2.	<i>Destrucción de la topología de una cartografía</i>	197
	Geometrías sin <i>modificar</i> en los puntos compartidos	199
3.3.	<i>Ajuste de vértices y segmentos entre geometrías</i>	199

4.	VALIDACIÓN DE LAS GEOMETRÍAS	201
4.1.	<i>Modelo ESRI contra modelo OGC/PostGIS</i>	202
4.2.	<i>Comandos que generan polígonos no válidos</i>	203
4.3.	<i>Corrección de geometrías no válidas</i>	203
5.	ANÁLISIS ESPACIAL SOBRE EL ESFEROIDE	206
5.1.	<i>Medida de distancias sobre el esferoide</i>	207
5.2.	<i>Tipo geography</i>	208
5.3.	<i>Creación de tablas espaciales</i>	210
6.	VALIDACIÓN CARTOGRÁFICA MEDIANTE REGLAS DE TOPOLOGÍA	212
6.1.	<i>Validación independiente</i>	212
	Geometrías no válidas según el OGC.....	212
	Geometrías vacías o nulas	213
	Auto-intersecciones.....	213
	Sentido de los anillos	213
	Vértices repetidos.....	214
	Geometrías duplicadas	214
	Otros.....	215
6.2.	<i>Validación conjunta (una capa)</i>	215
	<i>Must not overlap</i>	216
	<i>Must not have gaps</i>	217
	<i>Must not have dangles</i>	219
	Distancia a la geometría más cercana	220
	<i>Must not have seudos</i>	221
6.3.	<i>Validación conjunta (dos capas)</i>	222
	<i>Must contain one point</i>	222
	<i>Must be covered by layer</i>	223
	<i>Must be cross connected</i>	225
6.4.	<i>Jaspa (JAva SPAtial)</i>	226
6.5.	<i>Control de reglas de topología mediante disparadores</i>	228
E	PROGRAMACIÓN	229
1.	INTRODUCCIÓN	231
1.1.	<i>Modelos cartográficos</i>	233
2.	SCRIPTS PL/PgSQL EN POSTGIS	234
2.1.	<i>Introducción al lenguaje</i>	234
	Instalación del lenguaje	234
	Estructura de un método PL/PgSQL.....	234
	Declaración de variables y asignación de variables.....	235
	Condicionales.....	236
	Llamadas a otras funciones	236
	Opción <i>Strict</i>	236
	Reutilización de los resultados de una función.....	237
	Borrado de una función	237
	Formas alternativas de la firma de un método.....	238
	Devolviendo tipos compuestos.....	238
	<i>Arrays</i>	239
	Bucles.....	240
	Notificación de mensajes y Excepciones	240
	Devolviendo tablas con una columna	241
	Devolviendo tablas con varias columnas.....	242
	Número de argumentos variable: <i>VariaDic</i>	243
	Ejercicios espaciales complementarios	243

2.2.	<i>Trabajando con sentencias SQL</i>	245
	Sentencias directas	245
	Almacenar el resultado de una consulta simple	245
	Estado de la consulta	246
	Sentencias SQL con parámetros	246
	Iterando sobre los resultados.....	247
	Ejercicios espaciales complementarios	248
	Sentencias creadas de forma dinámica	249
	Ejecución dinámica de comandos	249
	Utilización de comillas simples y dobles	250
	Parámetros con la cláusula Using	251
	Iterando sobre los resultados (Execute)	252
	Planificación de la ejecución del comando	252
2.3.	<i>Funciones disparador</i>	253
	Función disparadora en <i>PL/PgSQL</i>	253
	Creación del disparador SQL	254
	Resumen y principales características de los disparadores	256
	Ejercicios espaciales complementarios	257
2.4.	<i>Estructura Arco/Nodo mediante disparadores</i>	264
	Inserción	265
	Borrado	266
	Actualización	267
	Comprobación	269
	Creación de nodos en las intersecciones	270
2.5.	<i>Funciones agregadas</i>	274
2.6.	<i>Otras funciones</i>	276
F	MISCELÁNEA.....	277
	1. <i>ARRAYS, AGREGADOS Y SET RETURNING DE GEOMETRÍAS</i>	279
	2. <i>TIPOS COMPUESTOS EN POSTGIS</i>	280
	2.1. <i>Tipos compuestos en PostGIS</i>	280
	3. <i>COMPORTAMIENTO MULTI-GEOMETRÍAS</i>	282
	4. <i>DEPENDENCIA FUNCIONAL (GROUP BY)</i>	284
	5. <i>FUNCIONES DE VENTANA</i>	286
	6. <i>COPIA DE SEGURIDAD</i>	290
	<i>Otros métodos</i>	292
	<i>Backup y migración de una base de datos espacial</i>	292
	7. <i>OPERACIONES 3D</i>	294
	8. <i>GEOMETRÍAS CURVAS</i>	297
	8.1. <i>Conversión entre geometrías lineales y curvas</i>	298
	9. <i>TIPOS DE DATOS DE CAJAS</i>	300
	10. <i>IMPORTACIÓN DE DATOS OSM</i>	301
	<i>Osm2Pgsql</i>	302
	Instalación del tipo hstore	302
	Importación.....	303
	Sistema de referencia usado en OSM	305
	Consultas utilizando etiquetas.....	305
	10.1. <i>Osmosis</i>	306

11.	RUTAS MEDIANTE <i>PGROUTING</i>	308
	Instalación	308
	Camino más corto	309
	Topología de red	309
	Carga cartografía y topología	310
	Grafos directos, indirectos y costes	311
	Problema del camino más corto	311
	Dijkstra	311
	A Star	314
	Shooting Star	314
	Utilización de datos OSM	315
	Osm2pgrouting	316
	Cambio de CRS de los datos	317
	Utilización de cartografía sin estructura de red	319
12.	CONTROL DE VERSIONES EN POSTGIS	320
	12.1. <i>Ejercicio práctico de control de revisiones</i>	320
	Preparación de los datos	320
	Edición concurrente	322
G	EXTENSIONES	325
1.	<i>RASTER</i>	327
	1.1. <i>Introducción</i>	327
	1.2. <i>Tipo raster</i>	327
	Creación de un objeto <i>raster</i> vacío	328
	Propiedades de un raster	329
	Adición de bandas al <i>raster</i>	331
	Propiedades de una banda	332
	Raster con varias bandas	333
	Asignación de valores a las celdas	334
	Estadísticas de las bandas	335
	Coordenadas píxel y coordenadas terreno	336
	Lectura de los valores de las celdas	337
	Vectorización	337
	Rasterización de geometrías	338
	Exportación a otros formatos <i>raster</i>	340
	1.3. <i>Capas raster</i>	342
	Importación de ficheros <i>raster</i>	343
	Visualización	345
	Alineamiento y teselado regular	346
	Alignment	346
	Regular blocking	347
	Restricciones de la capa <i>raster</i>	347
	Eliminación y creación de restricciones	348
	Restricciones de las overviews	350
	Vistas de metadatos	350
	Indexación espacial	351
	Exportación de capas <i>raster</i> con <i>GDAL</i>	352

1.4. <i>Análisis de capas teseladas</i>	353
Estadísticas.....	353
Histogramas.....	354
Reclasificación.....	355
Reclasificación de múltiples bandas.....	356
Apoyo de geometrías sobre un MDE.....	357
Vectorización.....	358
Reescalado.....	359
Algebra de mapas (una capa).....	360
Funciones personalizadas.....	361
Algebra de mapas (dos capas).....	362
Igual alineamiento y teselado.....	363
Diferente teselado.....	366
Unión de dos objetos raster.....	368
Diferente alineamiento: remuestreo.....	368
Funciones de vecindad.....	370
Agrupación de teselas previa.....	372
Comandos con funciones de vecindad predefinidas.....	373
Rasterización.....	374
Análisis estadístico zonal.....	375
Intersección.....	376
Intersección vectorial-raster.....	376
Intersección raster-raster.....	378
2. TOPOLOGÍA PERSISTENTE.....	380
2.1. <i>Introducción</i>	380
Modelo espagueti.....	380
Modelo topología SQL/MM.....	381
2.2. <i>Creación de topología</i>	382
Ejemplo: topo-geometrías y primitivas.....	383
Instalación.....	384
Capa de topología.....	385
Creación de primitivas topológicas.....	385
Tabla de nodos.....	387
Tabla de ejes.....	388
Tabla de caras.....	390
Modificación de primitivas topológicas.....	390
Resumen de la topología.....	392
Acceso a primitivas topológicas.....	393
2.3. <i>Capas de topo-geometrías</i>	393
Creación de la capa.....	393
Tabla de metadatos layer.....	394
Inserción de topo-geometrías.....	395
Constructores de topo-geometrías.....	395
Tipo topogeometry.....	396
Tabla relation.....	396
Borrado de una capa de topo-geometrías.....	397
Conversión a geometrías.....	397
Visualización de capas de topo-geometrías.....	398
2.4. <i>Creación automática de topo-geometrías</i>	399
2.5. <i>Capas derivadas o hijas</i>	400
2.6. <i>Análisis espacial</i>	402
Simplificación de geometrías adyacentes.....	402
Utilización de índices espaciales con topo-geometrías.....	403

H	ANEXOS	405
1.	NOTAS SOBRE ADMINISTRACIÓN	407
1.1.	<i>Variables de sistema</i>	407
	Modificación a nivel de sesión	407
	Modificación a nivel de base de datos	408
	Modificación de los valores por defecto	408
1.2.	<i>Autenticación del cliente</i>	408
	Recuperación de la contraseña de administración	411
1.3.	<i>Cluster de la base de datos</i>	412
	Arrancar y parar el servidor de PostgreSQL	413
	Inicializar y utilizar un <i>cluster</i> alternativo	414
1.4.	<i>Localización</i>	415
	Codificaciones soportadas	417
	Conversión entre el cliente y el servidor	418
1.5.	<i>Vacuum</i>	418
	Comando <i>Vacuum</i>	419
	Comando <i>Analyze</i>	420
	<i>Autovacuum</i>	420
1.6.	<i>Roles de la base de datos y privilegios</i>	421
	Atributos de los roles	421
	Grupos de roles	422
	<i>Grant</i> y <i>Revoke</i>	423
1.7.	<i>Ficheros log</i>	426
	Dónde se envían los mensajes de log	427
	Cuándo se envían los mensajes log	428
	Qué se puede enviar al log	430
1.8.	<i>Consumo de recursos</i>	430
1.9.	<i>Otros</i>	432
2.	SQL	433
2.1.	<i>Lenguaje SQL</i>	433
2.2.	<i>Instrucciones SQL</i>	434
2.3.	<i>Definición de datos</i>	435
	Listado de los ejemplos	435
	Tablas	435
	Creación	435
	Modificación	436
	Borrado	436
	Uso de mayúsculas	437
	Dominios	437
	Definición	437
	Modificación	438
	Borrado	438
	Esquemas	438
	Definición	439
	Borrado	439
	Restricciones	439
	Restricción de valor no nulo	440
	Restricción de unicidad	440
	Restricción de clave primaria	441
	Restricción general	442
	Restricción de clave ajena o integridad referencial	443
	Programas de diseño conceptual	446

2.4. Manipulación de datos	447
Inserción, borrado y actualización.....	448
Insert.....	448
Update	448
Delete.....	449
Consultas elementales sobre una tabla	449
Listado de los ejemplos.....	451
Uso de CAST o conversiones explícitas de tipos.....	451
Uso de Predicados.....	451
Funciones	453
Funciones de valor.....	453
Funciones agregadas	454
2.5. Consultas avanzadas	455
Subconsultas	455
Mediante el predicado In	455
Mediante los predicados All, Any, Some.....	456
Mediante el predicado Exists	457
Mediante los predicados Distinct y Unique	457
Mediante los predicados de comparación	457
2.6. Trabajo con varias tablas.....	458
Los operadores conjuntistas: <i>Union</i> , <i>Except</i> e <i>Intersect</i>	458
Concatenaciones (Joins): <i>Cross Join</i> , <i>Inner Join</i> y <i>Outer Join</i>	459
Producto cartesiano o concatenación cruzada (CROSS JOIN)	459
Concatenación interna (INNER JOIN)	460
Concatenación externa (OUTER JOIN).....	460
2.7. Inserción de filas provenientes de una consulta	462
Creación de una tabla nueva.....	462
Inserción de registros en una tabla existente	462
2.8. Vistas	463
2.9. Índices	464
Creación y borrado.....	464
3. SOLUCIONES	466
3.1. Capítulo B.....	466
3.2. Capítulo C	474
3.3. Capítulo D.....	480
3.4. Capítulo E.....	484
3.5. Capítulo G.....	489
3.6. Capítulo H.....	493
4. RECURSOS.....	494