

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



DEPARTAMENT D' ENGINYERIA MINERA I RECURSOS NATURALS

TESIS DOCTORAL:

**METODOLOGÍA PARA LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO BAJO  
EL PRISMA DE SOSTENIBILIDAD (ESTUDIO DE SU APLICACIÓN  
EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C)**

**DOCTORANDO: CARLOS CÉSAR PARRADO DELGADO**

**DIRECTOR: DR. PERE ALAVEDRA RIBOT**

Barcelona, 2001



## ÍNDICE

<b>1. EL DESARROLLO SOSTENIBLE.....</b>	<b>20</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	20
1.2 HIPÓTESIS .....	29
1.3 OBJETIVO DEL ESTUDIO .....	30
1.4 ¿EL PORQUÉ Y PARA QUÉ DEL DESARROLLO SOSTENIBLE? .....	33
1.4.1 Historia del término.....	33
1.4.2 Interpretaciones y críticas .....	34
1.5 DEFINICIONES .....	35
1.5.1 Visiones genéricas .....	35
1.5.2 Visiones Económicas .....	36
1.5.3 Visiones a partir de ecología.....	38
1.5.4 Visiones a partir de la termodinámica .....	40
<b>2. MODELANDO LA SOSTENIBILIDAD.....</b>	<b>48</b>
2.1 MODELOS HUMANIZADOS Y MODELOS NATURALIZADOS .....	48
2.2 MODELO BASADO EN LA ECONOMÍA ECOLÓGICA .....	50
2.3 MODELO DE LA AGENDA 21.....	54
2.4 MODELO DEL V PROGRAMA .....	60
2.5 MODELO DEL “FACTOR 4” O LA REVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA.....	63
2.6 DECLARACIÓN DE RÍO SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO .....	65
2.7 VISIÓN DE LOS LÍMITES DEL CRECIMIENTO DESDE LA INGENIERÍA: LA CAPACIDAD DE CARGA .....	70
2.7.1. La termodinámica de procesos irreversibles y la teoría del caos, rutas para establecer las vías de sostenibilidad.....	87
2.8 SISTEMAS ABIERTOS .....	88
2.8.1 Termodinámica de procesos irreversibles.....	89
2.8.2 Los sistemas estacionarios fuera del equilibrio .....	91
2.8.3 Mínima producción de entropía .....	91
2.8.4 Los sistemas estacionarios como modelo de sostenibilidad para su minimización de producción entrópica.....	93
2.9 TEORÍA NO LINEAL.....	96
2.9.1. Reorganización estructural de los sistemas estacionarios fuera del equilibrio .....	96
2.9.2. La complejidad de los sistemas .....	98
2.9.3. Aún más lejos del equilibrio. Rutas hacia el caos .....	99
2.10 MODELO DEL “FACTOR 4” O LA REVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA .....	104
<b>3. EL TERRITORIO SOSTENIBLE.....</b>	<b>116</b>
3.1 ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y EL ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL TERRITORIO. ....	116
3.2. BUSCANDO EL ORIGEN DE LOS CONCEPTOS Y DESARROLLO HISTÓRICO DEL OT Y DEL OAT .....	118
3.2.1. El origen de estos dos conceptos. ....	119
3.2.2. Desarrollo y evolución histórica. ....	121
3.2.2.1. El caso francés.....	123
3.2.2.2. El caso Alemán. ....	124
3.2.2.3. El caso holandés. ....	125

3.2.2.4. <i>El caso español</i> .....	125
3.2.2.5. <i>El caso venezolano</i> .....	127
3.2.2.6. <i>El caso boliviano</i> .....	127
3.2.2.7. <i>El caso nicaragüense</i> .....	128
3.2.2.8. <i>El caso mexicano</i> .....	128
3.2.2.9. <i>El caso colombiano</i> .....	129
3.3 ALGUNOS ASPECTOS CONCEPTUALES.....	129
3.3.1 <i>El ordenamiento territorial (OT)</i> .....	130
3.3.2 <i>El ordenamiento ambiental del territorio (OAT)</i> .....	132
3.4 ALGUNOS ENFOQUES METODOLÓGICOS .....	134
<b>4. EL TERRITORIO AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE .....</b>	<b>148</b>
<b>(ANÁLISIS DEL CASO COLOMBIANO).....</b>	<b>148</b>
4.1 ANÁLISIS A LOS PROCESOS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (OT) Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL TERRITORIO (OAT) EN COLOMBIA.....	148
4.1.1. <i>Antecedentes</i> .....	148
4.1.1.1 <i>Teoría de la Localización</i> .....	149
4.1.1.2 <i>Teoría de los Polos de Desarrollo</i> .....	149
4.1.1.3 <i>Modelo de las Cuencas Hidrográficas del TVA</i> .....	150
4.1.1.4 <i>Modelo del Desarrollo Rural Integrado (DRI)</i> .....	150
4.1.2. <i>Marco jurídico y normativo del OT y el OAT en Colombia</i> .....	152
4.1.3 <i>El OT y el OAT en Colombia (aplicaciones y procesos metodológicos)</i> .....	159
4.6 VISIONES SOBRE LA SOSTENIBILIDAD URBANA .....	161
<b>5. LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL TEORÍAS APLICADAS .....</b>	<b>168</b>
5.1 MODELOS DE CRECIMIENTO URBANO - TENDENCIAS RECIENTES .....	168
5.2 EL POLICENTRISMO, CONCEPTO Y APLICABILIDAD .....	173
5.3 LOS CASOS DE MÉXICO DF, BUENOS AIRES Y CARACAS.....	176
5.4 CRECIMIENTO URBANO Y POLICENTRISMO, SANTA FE DE BOGOTÁ D.C.....	178
5.5 FACTORES DEL CRECIMIENTO URBANO .....	181
5.6 CAUSAS DEL CRECIMIENTO URBANO.....	183
5.7 CARACTERÍSTICAS DEL CRECIMIENTO Y EXPANSIÓN DE BOGOTÁ .....	185
5.8 EL FUTURO DE BOGOTÁ .....	187
5.8.1 <i>La Expansión Urbana en el Marco del Nuevo Plan de Ordenamiento</i> .....	187
<b>6 INDICADORES PARA LA ORDENACION SOSTENIBLE DEL TERRITORIO .....</b>	<b>196</b>
6.1 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD COMO HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS.....	196
6.2 PROCESO DE DESARROLLO DE INDICADORES Y USO.....	196
6.3 EL CONCEPTO.....	197
6.3.1 <i>Indicadores y Herramientas para la Evaluación del Mantenimiento Urbano</i> .....	197
6.4 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE INDICADORES .....	198
6.5 TIPOLOGIAS EN LOS INDICADORES .....	199
<i>Descriptivos:</i> .....	200
<i>Tecnológicos:</i> .....	200
<i>Conceptuales:</i> .....	200
6.6 FUNCIONALIDAD DE LOS INDICADORES .....	201
6.7 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES DE DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE:.....	203
6.8 MODELOS, INDICADORES E ÍNDICES URBANOS DE CIUDADES SOSTENIBLES.....	204

<i>Diseños de índices e indicadores:</i> .....	204
6.8.1 <i>Planificación de la unidad sistema-entorno.</i> .....	204
<i>Descriptorios urbanos.</i> .....	204
<i>Indicadores e índices urbanos.</i> .....	205
6.8.2 <i>Categorías establecidas por la ONU.</i> .....	208
6.9 INDICADORES Y HERRAMIENTAS DE LA EVALUACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO URBANO.....	214
6.9.1 <i>Identificación y selección de indicadores</i> .....	214
6.10 INDICADORES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL SOSTENIBLE .....	215
PRESIÓN .....	216
ESTADO.....	216
RESPUESTA .....	216
MODELO .....	218
FLUJO .....	218
CALIDAD .....	218
6.10.1 <i>Indicadores urbanos en modelos teóricos integradores: modelo sistema-entorno.</i> .....	218
6.11 INDICADORES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL SOSTENIBLE .....	221
<b>7. ANÁLISIS A LOS PARÁMETROS AMBIENTALES DE BOGOTÁ D.C.....</b>	<b>240</b>
7.1 LOCALIZACIÓN .....	240
7.2 GEOLOGÍA Y SUELOS.....	246
7.2.1 <i>Micro zonificación sísmica de Bogotá</i> .....	246
7.2.1.1 <i>Metodología del planteamiento de la zonificación</i> .....	247
7.2.2 <i>Zonificación geotécnica de Bogotá</i> .....	250
7.2.3 <i>Zonificación geotécnica</i> .....	252
7.2.4 <i>Sistemas estructurales según la zonificación geotécnica.</i> .....	253
7.3 CLIMA.....	254
7.3.1 <i>Zonas de clima según radiación solar en Bogotá</i> .....	255
7.3.2 <i>Las horas de sol en Santa Fe de Bogotá</i> .....	256
7.4 PRECIPITACIONES.....	257
7.4.1 <i>Datos de precipitaciones</i> .....	257
7.5 LOS CERROS PUNTOS DE VALOR ECOLÓGICO .....	259
7.5.1 <i>Su importancia</i> .....	259
CERROS SURORIENTALES.....	261
7.6 COBERTURA VEGETAL.....	262
7.6.1 <i>Áreas Verdes</i> .....	262
7.7 ECOSISTEMAS DE LA SABANA DE BOGOTÁ .....	263
7.7.1 <i>Grupos de cobertura</i> .....	264
7.8 FAUNA Y FLORA .....	264
7.9 RECURSOS HÍDRICOS .....	266
7.9.1 <i>Aguas</i> .....	269
7.9.2 <i>Ríos</i> .....	270
7.9.3 <i>Drenajes de la ciudad</i> .....	271
7.9.4 <i>Aguas residuales</i> .....	271
7.9.5 <i>Humedales</i> .....	272
7.9.5.1 <i>Importancia de los humedales</i> .....	275
7.10 ZONAS DE AMENAZAS DE RIESGOS NATURALES .....	276
7.11 CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.....	280
7.12 CALIDAD DEL AIRE EN BOGOTÁ .....	281

7.13 RESIDUOS SÓLIDOS .....	285
7.14 FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA .....	286
7.14.1 <i>El uso del agua subterránea</i> .....	286
7.15 CONTAMINACIÓN VISUAL.....	287
7.16 CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA.....	289
7.17 DIAGNOSTICO POR LOCALIDADES.....	290
<b>8. LA MOVILIDAD EN BOGOTÁ.....</b>	<b>356</b>
8.1 INTRODUCCIÓN .....	357
8.2 LA MOVILIDAD.....	359
8.2.1 <i>Tipos de movilidad: movilidad obligada y movilidad no obligada.</i> .....	360
8.3 CONSECUENCIAS DEL INCREMENTO DE LA MOVILIDAD .....	364
8.3.1 <i>Problemática generada</i> .....	364
8.3.1.1 <i>La congestión.</i> .....	364
8.4 EL CAMINO HACIA LA MOVILIDAD SOSTENIBLE.....	366
8.4.1 <i>La oferta</i> .....	367
8.4.2 <i>La demanda</i> .....	367
8.5 OBJETIVO DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE.....	368
8.5.1 <i>Estrategias para la Movilidad Sostenible</i> .....	370
8.5.1.1 <i>El Pico y Placa</i> .....	371
8.5.1.2 <i>Ciclo rutas</i> .....	372
8.5.1.3 <i>Transmilenio</i> .....	373
8.6 LAS NECESIDADES DE LOS PASAJEROS DEL TRANSPORTE PÚBLICO .....	379
8.7 LAS CIRCULACIÓN DE LOS PEATONES .....	380
8.8 RECOMENDACIONES. ....	381
8.8.1 <i>Gestión del Transporte</i> .....	385
8.9 EFICIENCIA DE CAMINAR Y BICICLETA COMO DOS MODOS DE TRANSPORTE .....	392
8.10 COSTES SOCIALES PRODUCIDOS POR LA UTILIZACIÓN DEL VEHÍCULO EXTERNALIDADES.....	396
8.11 LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.....	399
8.12 PASOS A SEGUIR PARA LA OBTENCIÓN DE LA MOVILIDAD SOSTENIBLE.....	401
<b>9. CALCULO DE LA HUELLA ECOLOGICA DE BOGOTÁ Y ANÁLISIS DINAMICO .....</b>	<b>408</b>
9.1 GLOSARIO .....	408
9.2 QUE MIDE LA HUELLA ECOLÓGICA .....	409
9.3 QUE CAPACIDAD TIENE EL PLANETA? .....	410
9.4 LA HUELLA ECOLÓGICA DE SANTA FE DE BOGOTÁ (CIFRAS) .....	414
9.4.1 <i>Densidades de población</i> .....	415
9.4.2 <i>Balance nutricional</i> .....	417
9.4.3 <i>PIB</i> .....	419
9.4.4 <i>Población desplazada 1985-1999</i> .....	420
9.4.5 <i>Cifras laborales de Bogotá</i> .....	421
9.4.5 <i>Cifras de impacto ecológico de Bogotá</i> .....	422
9.4.6 <i>Cifras del acueducto Bogotá</i> .....	426
9.4.7 <i>Cifras de energía de Bogotá</i> .....	429
9.4.8 <i>Datos Telefonía</i> .....	431
9.4.9 <i>Tasas demográficas 1996</i> .....	432
9.5 CALCULANDO LA HUELLA DE BOGOTÁ .....	433
9.5.1 <i>El cálculo de la huella nacional</i> .....	433
9.6 POSIBLES MEJORAS DE LOS CÁLCULOS Y APLICACIONES POSTERIORES .....	440

9.7	MODELO DINÁMICO DE CRECIMIENTO URBANO DE BOGOTÁ.....	445
9.7.1.	<i>Descripción</i> .....	445
9.7.2	<i>Aspectos generales de la dinámica de sistemas</i> .....	445
9.7.3	<i>Figuras simbólicas del modelo (símil hidrodinámico)</i> .....	446
9.8	REPRESENTACIÓN DEL MODELO ADAPTADO A LAS NECESIDADES DE LA ORDENACIÓN AMBIENTAL DEL TERRITORIO .....	449
	OBJETIVO DEL MODELO .....	449
9.9	DATOS QUE ALIMENTAN EL MODELO .....	453
9.10	REPRESENTACIÓN DE LAS ZONAS DE PRESIÓN EN LOS USOS DEL SUELO DE BOGOTÁ D.C .....	458
9.11	PROPUESTA DE FUTURA INVESTIGACIÓN COMPLEMENTARIA A ESTA TESIS. EL FLUJO ENERGÉTICO EN BOGOTÁ D.C (ANÁLISIS Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.).....	460
9.11.1	METODOLOGÍA .....	461
9.12	TEMÁTICAS A TRABAJAR DENTRO DEL COMPONENTE AMBIENTAL .....	462
<b>10.</b>	<b>APLICACIÓN DE LOS INDICADORES.....</b>	<b>470</b>
10.1	APLICACIÓN DEL INDICADOR DE MOSAICO TERRITORIAL PARA BOGOTÁ D.C... 470	
10.2	INTENSIDAD DE LA URBANIZACIÓN EN LA ECONOMÍA LOCAL .....	474
10.3	OCUPACIÓN DE SUELO URBANO .....	475
10.4	PROXIMIDAD A SERVICIOS BÁSICOS URBANOS .....	476
10.5	MOVILIDAD Y DESPLAZAMIENTO DE LA POBLACIÓN .....	478
10.6	VÍAS CON PRIORIDAD PARA PEATONES.....	479
10.7	ADECUACIÓN DEL POT A LAS CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DEL TERRITORIO .....	479
10.8	PROTECCIÓN DE ESPACIOS DE INTERÉS ECOLÓGICO .....	481
10.9	PREVENCIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES.....	481
10.10	PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN PROCESOS DE SOSTENIBILIDAD .....	482
10.11	ASOCIACIONES AMBIENTALES DEL MUNICIPIO .....	483
10.12	GASTO MUNICIPAL EN MEDIO AMBIENTE.....	483
10.13	CONSUMO FINAL DE ENERGÍA .....	484
10.14	RECUPERACIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES .....	485
10.15	RECUPERACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES .....	486
10.16	ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL MUNICIPIO.....	486
10.17	GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES .....	487
10.18	UTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS .....	488
10.19	EMISIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.....	488
10.20	EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO .....	489
10.21	CONCENTRACIÓN AMBIENTAL DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS .....	490
10.22	PERSONAS EXPUESTAS A NIVELES DE CONTAMINACIÓN SONORA .....	490
10.23	EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS ACUÍFEROS .....	491
10.24	ESTADO ECOLÓGICO DE LOS RÍOS Y QUEBRADAS .....	491
10.25	SUPERFICIE FORESTAL PERDIDA POR INCENDIOS .....	492
<b>11.</b>	<b>CONCLUSIONES, SUGERENCIAS Y COMENTARIOS.....</b>	<b>498</b>
11.1	PRINCIPALES APORTES HECHOS A TRAVÉS DE LA TESIS.....	507

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.1</b>	<i>Earth's City Lights</i> .....	21
<b>Imagen 1.2</b>	<i>Sudamérica de noche</i> .....	22
<b>Imagen 1.3</b>	<i>Colombia, Panamá y Venezuela</i> .....	22
<b>Imagen 1.4</b>	<i>Bogotá D.C vista nocturna</i> .....	23
<b>Imagen 1.5</b>	<i>Bogotá D.C</i> .....	24
<b>Imagen 1.6</b>	<i>Enfoques OT</i> .....	27
<b>Imagen 1.7</b>	<i>Modelo general GOT</i> .....	28
<b>Imagen 5.1</b>	<i>Fotografías de satélite de México D.F, Buenos Aires y Caracas</i> .....	176
<b>Imagen 5.2</b>	<i>Imagen de satélite de Bogotá proyectada a los 80</i> .....	179
<b>Imagen 5.3</b>	<i>Imagen de satélite de Bogotá 1997</i> .....	179
<b>Imagen 5.4</b>	<i>Evolución de la concentración de población en Bogotá</i> .....	181
<b>Imagen 7.1</b>	<i>Localización de Bogotá en el globo</i> .....	240
<b>Imagen 7.2</b>	<i>Bogotá D.C Zonas locales</i> .....	241
<b>Imagen 7.3</b>	<i>Bogotá D.C y municipios vecinos</i> .....	242
<b>Imagen 7.4</b>	<i>Localización en Colombia</i> .....	243
<b>Imagen 7.5</b>	<i>Localización en Cundinamarca</i> .....	243
<b>Imagen 7.6</b>	<i>Vientos que influyen sobre el distrito capita</i> .....	255
<b>Imagen 7.7</b>	<i>Zonas de clima según radiación solar en Bogotá</i> .....	256
<b>Imagen 7.8</b>	<i>Áreas con valores de precipitación media</i> .....	257
<b>Imagen 7.9</b>	<i>Cerros de Bogotá</i> .....	259
<b>Imagen 7.10</b>	<i>Monserrate</i> .....	260
<b>Imagen 7.11</b>	<i>Cerro "El Aguanoso"</i> .....	260
<b>Imagen 7.12</b>	<i>Cerro de Monserrate y vista de la ciudad</i> .....	260
<b>Imagen 7.13</b>	<i>Bosque original de los cerros</i> .....	261
<b>Imagen 7.14</b>	<i>Parques, zonas verdes y pastos en Bogotá</i> .....	263
<b>Imagen 7.15</b>	<i>Mapa hipotético de los humedales de Bogotá</i> .....	267
<b>Imagen 7.16</b>	<i>Ríos y quebradas de Bogotá</i> .....	271
<b>Imagen 7.17</b>	<i>Calidad del agua de los ríos y quebradas de Bogotá</i> .....	272
<b>Imagen 7.18</b>	<i>Humedales de Bogotá</i> .....	273
<b>Imagen 7.19</b>	<i>Mapa actual de los humedales de Santa Fe de Bogotá</i> .....	274
<b>Imagen 7.20</b>	<i>Humedal Tibabuyes</i> .....	275
<b>Imagen 7.21</b>	<i>Humedal El Burro</i> .....	275
<b>Imagen 7.22</b>	<i>Mapa de riesgo Geotécnico</i> .....	276
<b>Imagen 7.23</b>	<i>Zonas de riesgo de deslizamientos</i> .....	278
<b>Imagen 7.24</b>	<i>Zona inundada</i> .....	278
<b>Imagen 7.25</b>	<i>Mapa de contaminación sonora en Bogotá</i> .....	280
<b>Imagen 7.26</b>	<i>Mapa de las estaciones de la red de calidad del aire de Bogotá</i> .....	282
<b>Imagen 7.27</b>	<i>Mapas de concentraciones de CO, So<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y PST para el año 1997</i> .....	283
<b>Imagen 7.28</b>	<i>Mapa de las estaciones de la red de calidad del aire de Bogotá y sus medidores (2001)</i> .....	284
<b>Imagen 7.29</b>	<i>Mapa de las zonas de recolección de basuras y rellenos sanitarios de Bogotá</i> .....	285
<b>Imagen 7.30</b>	<i>Perfil hidrogeológico de la ciudad</i> .....	286
<b>Imagen 7.31</b>	<i>Contaminación lumínica en Bogotá</i> .....	287
<b>Imagen 7.32</b>	<i>Contaminación visual en Bogotá</i> .....	287
<b>Imagen 7.33</b>	<i>Contaminación visual-vallas en Bogotá</i> .....	288
<b>Imagen 7.34</b>	<i>Densidad de antenas en Bogotá</i> .....	289
<b>Imagen 7.35</b>	<i>Localidades de Bogotá D.C</i> .....	290



<b>Imagen 7.35</b> Mapa de la estructura ecológica principal del POT con señalización de las zonas de presión en el ecosistema.....	348
<b>Imagen 7.36</b> Mapa de la estructura ecológica principal del POT con señalización de las zonas de presión en el ecosistema.....	349
<b>Imagen 8.1</b> Movilidad en Bogotá.....	356
<b>Imagen 8.2</b> Bogotá comienzos del siglo XX .....	357
<b>Imagen 8.3</b> Calle 13 mediados de los años 70 .....	357
<b>Imagen 8.4</b> Calle 19 Año 2000.....	357
<b>Imagen 8.5</b> Bogotá imagen de Satélite. Fuente: Satélite NOAA Año 1999 .....	357
<b>Imagen 8.6</b> Centro de la ciudad de Bogotá imagen Satélite IKONOS. Feb de 2000.....	358
<b>Imagen 8.7</b> Centro internacional de Bogotá. Fotografía Colombia desde el aire de Villegas Ed 1995.....	358
<b>Imagen 8.8</b> Propuestas de la Misión Bogotá Siglo XXI.....	358
<b>Imagen 8.9</b> Propuestas de la Misión Bogotá Siglo XXI.....	358
<b>Imagen 8.10</b> Red de ciclo rutas de Bogotá.....	372
<b>Imagen 8.11</b> Evolución de la red vial de Bogotá.....	376
<b>Imagen 8.12</b> Etapa I de Transmilenio.....	376
<b>Imagen 8.13</b> Etapa II de Transmilenio.....	377
<b>Imagen 8.14</b> Etapa III de Transmilenio.....	377
<b>Imagen 8.15</b> Etapa IV de Transmilenio.....	378
<b>Imagen 8.16.</b> Sistema Total de Transmilenio.....	378
<b>Imagen 8.17.</b> El sistema transmilenio en marcha.....	379
<b>Imagen 8.16</b> Patio de trabajo.....	387
<b>Imagen 8.17</b> Sonda de medida.....	387
<b>Imagen 8.18</b> Sonda de medida en escape.....	388
<b>Imagen 8.19</b> Cable de la sonda.....	388
<b>Imagen 8.20</b> Instrumento de toma de datos.....	389
<b>Imagen 8.21</b> Medición de emisión por láser.....	391
<b>Imagen 9.1</b> Huella Ecológica.....	412
<b>Imagen 9.2</b> Densidad de Población en Colombia.....	416
<b>Imagen 9.3</b> Huella ecológica por país. Datos WWF. Año 2000.....	436
<b>Imagen 9.4</b> Huella Ecológica de Bogotá.....	438
<b>Imagen 9.5</b> Adaptación del esquema de resultados de Huella ecológica por país con el calculo de la huella ecológica actual de Bogotá.....	439
<b>Imagen 9.6</b> Zonas de estudio para auditoria urbana de Bogotá.....	441
<b>Imagen 9.7</b> Modelos Dinámicos aspectos generales.....	445
<b>Imagen 9.8</b> MDS (Adaptado a las necesidades de ordenación ambiental del territorio de Bogotá D.C)....	457
<b>Imagen 9.9</b> Mapa de los usos del suelo del POT con señalización de las zonas de presión en el ecosistema.....	458
<b>Imagen 9.10</b> Mapa de clasificación del suelo del POT con señalización de las zonas de presión en el Ecosistema.....	459
<b>Imagen 10.1</b> Usos del Suelo Bogotá 1999.....	471
<b>Imagen 10.2</b> Usos del Suelo Bogotá Industria extractiva 1999.....	472
<b>Imagen 10.3</b> Tratamientos del Suelo Bogotá 1999.....	473

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.1</b> Relación realidad enfoques.....	26
<b>Cuadro 4.1</b> Principales normas asociadas con el OT (en Colombia).....	157
<b>Cuadro 6.1</b> Indicadores de modelos urbanos.....	208

<b>Cuadro 6.2</b>	<i>Indicadores de la ONU y sus características.....</i>	212
<b>Cuadro 6.3</b>	<i>Características indicadores de la OCDE.....</i>	216
<b>Cuadro 6.4</b>	<i>Características indicadores de la agencia europea de medio ambiente.....</i>	218
<b>Cuadro 6.5</b>	<i>Indicadores de ordenamiento territorial sostenible.....</i>	226
<b>Cuadro 7.1</b>	<i>Ecosistemas de la sabana de Bogotá.....</i>	263
<b>Cuadro 7.2</b>	<i>Coberturas vegetales de Bogotá.....</i>	264
<b>Cuadro 7.3</b>	<i>Riesgos por deslizamientos e inundaciones en Bogotá.....</i>	278
<b>Cuadro 7.4</b>	<i>Barrios en zonas de riesgo e inundaciones en Bogotá.....</i>	279
<b>Cuadro 7.5</b>	<i>Contaminación por ruido problemática y soluciones.....</i>	281

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	<i>Dos visiones desde la economía.....</i>	37
<b>Figura 2.1</b>	<i>Diagrama elementos de carga.....</i>	73
<b>Figura 2.2</b>	<i>Diagrama elementos de carga.....</i>	74
<b>Figura 2.3</b>	<i>Diagrama elementos de carga.....</i>	74
<b>Figura 2.4</b>	<i>Diagrama elementos de carga.....</i>	75
<b>Figura 2.5</b>	<i>Capacidad de carga.....</i>	77
<b>Figura 2.6</b>	<i>Modelo del viejo paradigma.....</i>	78
<b>Figura 2.7</b>	<i>Capacidad de carga.....</i>	79
<b>Figura 2.8</b>	<i>Capacidad de carga.....</i>	81
<b>Figura 2.9</b>	<i>Capacidad de carga.....</i>	83
<b>Figura 2.10</b>	<i>Responsabilidades.....</i>	84
<b>Figura 2.11</b>	<i>Prospectiva.....</i>	86
<b>Figura 2.12</b>	<i>Teoría no lineal.....</i>	97
<b>Figura 2.13</b>	<i>Cascada de bifurcaciones.....</i>	100
<b>Figura 2.14</b>	<i>Situación del mundo.....</i>	105
<b>Figura 2.15</b>	<i>Flujos de energía.....</i>	106
<b>Figura 2.16</b>	<i>Balance energético.....</i>	107
<b>Figura 2.17</b>	<i>Mochilas ecológicas.....</i>	108
<b>Figura 3.1</b>	<i>Problemática ambiental.....</i>	126
<b>Figura 6.1:</b>	<i>Proceso de desarrollo de indicadores y uso.....</i>	196

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 2.1</b>	<i>Modelos de sostenibilidad.....</i>	50
<b>Gráfico 2.2</b>	<i>Modelo agenda XXI.....</i>	58
<b>Gráfico 2.3</b>	<i>Conexiones.....</i>	59
<b>Gráfico 2.4</b>	<i>Sectores claves.....</i>	62
<b>Gráfico 2.5</b>	<i>Desarrollo sostenible.....</i>	63
<b>Gráfico 5.1</b>	<i>Desarrollo clandestino ha/año.....</i>	186
<b>Gráfico 5.2</b>	<i>Desarrollo clandestino %.....</i>	186
<b>Gráfico 7.1</b>	<i>Evolución del número de habitantes en Santa fe de Bogotá D.C.....</i>	244
<b>Gráfico 7.2</b>	<i>Evolución de la población por genero en Bogotá .....</i>	245
<b>Gráfico 7.3</b>	<i>Precipitación anual en Bogotá. Fuente DAMA 1997.....</i>	258
<b>Gráfico 8.1</b>	<i>Desplazamientos según movilidad en Bogotá.....</i>	361
<b>Gráfico 8.2</b>	<i>Desplazamientos según movilidad día en la semana en Bogotá.....</i>	362
<b>Gráfico 8.3</b>	<i>Porcentaje según el tipo de transporte utilizado .....</i>	362

<b>Gráfico 8.4</b>	<i>Habitantes y vehículos en la sabana de Bogotá</i> .....	363
<b>Gráfico 8.5</b>	<i>Habitantes y vehículos en la sabana de Bogotá</i> .....	363
<b>Gráfico 8.6</b>	<i>Población municipios aledaños a Bogotá</i> .....	384
<b>Gráfico 8.7</b>	<i>Medios de transporte y usos de energía</i> .....	393
<b>Gráfico 8.8</b>	<i>Riesgo por 10<sup>8</sup> Km de diferentes modos de transporte</i> .....	394
<b>Gráfico 8.9</b>	<i>Riesgo por 10<sup>9</sup> Km de diferentes modos de transporte</i> .....	395
<b>Gráfico 8.10</b>	<i>Emisiones de contaminantes en vehículos privados</i> .....	398
<b>Gráfico 9.1</b>	<i>PIB Comparativo Bogotá otros países</i> .....	420
<b>Gráfico 9.2</b>	<i>Cifras acueducto de Bogotá 1999</i> .....	428
<b>Gráfico 9.3</b>	<i>Densidad telefónica en Bogotá</i> .....	431
<b>Gráfico 9.4</b>	<i>Total líneas telefónicas</i> .....	431
<b>Gráfico 9.5</b>	<i>Huella ecológica por región datos OECDIB 1996</i> .....	434
<b>Gráfico 10.1</b>	<i>Representación del indicador de Intensidad de la urbanización en la economía local</i> .....	475
<b>Gráfico 10.2</b>	<i>Representación del indicador de ocupación urbana del suelo</i> .....	476
<b>Gráfico 10.3</b>	<i>Representación del indicador de proximidad a servicios urbanos básicos</i> .....	477
<b>Gráfico 10.4</b>	<i>Representación del indicador de movilidad y desplazamiento de la población</i> .....	478
<b>Gráfico 10.5</b>	<i>Representación del indicador de vías con prioridad para peatones</i> .....	479
<b>Gráfico 10.6</b>	<i>Representación del indicador de adecuación del POT a las características ecológicas del Territorio</i> .....	480
<b>Gráfico 10.7</b>	<i>Representación del indicador de protección de espacios de interés natural</i> .....	481
<b>Gráfico 10.8</b>	<i>Representación del indicador de prevención de riesgos ambientales</i> .....	482
<b>Gráfico 10.9</b>	<i>Representación del indicador de gasto municipal en medio ambiente</i> .....	484
<b>Gráfico 10.10</b>	<i>Representación del indicador de abastecimiento de agua municipal</i> .....	487
<b>Gráfico 10.11</b>	<i>Representación del indicador de personas expuestas a niveles sonoros significativos</i> .....	491
<b>Gráfico 10.12</b>	<i>Representación del indicador de personas expuestas a niveles sonoros significativos</i> .....	492

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 5.1</b>	<i>Crecimiento clandestino es Bogotá</i> .....	185
<b>Tabla 6.1</b>	<i>Principales Criterios de Selección y Requerimientos para la Elaboración de Indicadores</i> .....	197
<b>Tabla 6.2</b>	<i>Características de los indicadores</i> .....	202
<b>Tabla 7.1</b>	<i>Zonas de los Cerros</i> .....	261
<b>Tabla 9.1</b>	<i>Población por regiones y subregiones con los niveles de urbanización</i> .....	417
<b>Tabla 9.2</b>	<i>Datos nutricionales de Colombia</i> .....	418
<b>Tabla 9.3</b>	<i>PIB Bogotá 1980-2001</i> .....	419
<b>Tabla 9.4</b>	<i>Población desplazada 1985-1999</i> .....	420
<b>Tabla 9.5</b>	<i>Cifras laborales 1993-2000</i> .....	421
<b>Tabla 9.6</b>	<i>Consumo de energía en Bogotá y otras 3 ciudades</i> .....	431
<b>Tabla 9.7</b>	<i>Huella ecológica de Colombia 1996</i> .....	435
<b>Tabla 9.8</b>	<i>Huella ecológica de Bogotá 2000</i> .....	437
<b>Tabla 9.9</b>	<i>Indicadores para la auditoria urbana de Bogotá</i> .....	443

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<b>Diagrama 6.1</b>	<i>Indicadores OTS aspectos claves</i> .....	213
<b>Diagrama 6.2</b>	<i>Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles</i> .....	217
<b>Diagrama 6.3</b>	<i>Modelo SME de la Agencia europea de medio Ambiente</i> .....	220
<b>Diagrama 9.1</b>	<i>Variables de uso del suelo</i> .....	452



## **RECONOCIMIENTOS**

Reitero mi más profundo reconocimiento al **Dr. Pere Alavedra Ribot** guía en el desarrollo de esta investigación. Al **Dr. Josep Mata Perelló** mi tutor durante estos estudios; a la **Universidad Politécnica de Cataluña** (a los departamentos de Ingeniería minera y recursos naturales e ingeniería de la construcción) y a la agencia española de Cooperación de la cual fui becario.

Así mismo gracias a las personas e instituciones (especialmente al DAMA, Planeación Nacional y Planeación Distrital) que me brindaron su tiempo conocimientos e información durante esta investigación.

A **mi madre**, quien desde la distancia siempre me ha apoyado y dado ánimo para seguir adelante.

A **mi padre** que siempre estará conmigo y ha sido mi guía y ejemplo.

A **mis hermanas** que han sido aliento y fuerza.

A **Florencia** que ha sido compañera y empuje vital para luchar y llegar a este feliz término.

Y a mi **familia y amigos**.

A todos ellos **MUCHAS GRACIAS**



## RESUMEN

La especie humana es la única capaz de alterar los ciclos de la energía, de los nutrientes y de los materiales, fiel demostración de ello es el ecosistema urbano. Este es complejo, artificial, dependiente tecnológico, con una dinámica muy grande de expansión y de cambio.

En este ecosistema la especie dominante se adapta a las condiciones locales y regionales, mostrándonos ese grado de adaptabilidad con el conocimiento de ese entorno. Este ecosistema no es nada natural, es solo el fruto de un antropomorfismo, con unos niveles de consumo altísimos.

Es por ello que el mismo hombre se plantea una corrección a su actual comportamiento y para ello parte de lo Sostenible aquello que de alguna manera sea racional y permita perpetuarse; ampliando con ello términos como calidad de vida, equidad, mejorando estándares de satisfacción social, económicos, ambientales y desde luego ecológicos. Así entonces se persigue el rediseño de un espacio que de alguna manera sea consciente del consumo de recursos la calidad del entorno y el balance de energía y ello a través del ordenamiento ambiental territorial (OAT) de manera sostenible.

## SUMMARY

The human kind is the only one able to alter the cycles of energy, nutrients and materials, a faithful demonstration of this is the urban ecosystem. Which is complex, artificial, technologically dependent, with vast dynamics of expansion and change.

In this ecosystem the dominant species adapts to the local and regional conditions, showing us the degree of adaptability with the knowledge of that environment. This ecosystem is not natural; it is only a product of the modifications effected by mankind, with very high consumption levels.

This is the reason why the human being itself thinks about a correction to its actual behaviour and for this, one comes from the sustainable, which somehow is rational and allows one to perpetuate; complementing with terms like quality of life, equity, improving standards of social, economic, environmental and certainly ecological satisfactions. In this way, the redesign of a space is pursued by means of the awareness of the consumption resources, the quality of the environment and the energy balance. All this through the territorial environmental classification TEC in a sustainable way.





