
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENGINERIA DE LA CONSTRUCCIÓ

*LA CIUDAD SOSTENIBLE, MOVILIDAD Y DESARROLLO METROPOLITANO, SU
APLICACIÓN Y ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS ÁREAS METROPOLITANAS
DEL VALLÈS Y PUEBLA.*

TESIS DOCTORAL

POR

ROQUE JUAN CARRASCO AQUINO
Ing. Civil

Director de la tesis

PERE ALAVEDRA RIBOT
Doctor Ingeniero Industrial

Barcelona, España
Diciembre de 2000

Agradecimientos

A mis padres que no tuvieron la oportunidad de ver parte de un trabajo arduo.

A Hena, por mi ausencia en los momentos más íntimos de nuestras relaciones. A Iván, por sacrificar sus horas de juegos y opacar sus sonrisas.

A mis hermanos que insistentemente me estimularon para continuar estudiando, fundamentalmente a Jeremías que con su valioso respaldo logré culminar el camino trazado.

Al Dr. Pere Alavedra Ribot que sin su apoyo no hubiese sido posible culminar con los objetivos de la tesis.

Al Instituto Politécnico Nacional que brindó y confió en su personal para alcanzar metas de superación académica.

A las autoridades de la ESIA que con sus apoyos oportunos permitieron que llegasen a culminar los fines de la tesis, en especial al M. en C. Pino Durán Escamilla.

A los amigos que han intervenido directa e indirectamente para estimular la investigación. Entre ellos al Dr. Jaime Haro que gracias a su paciencia logramos establecer un modelo matemático para el estudio de caso; al Dr. Rubén Cantú Chapa por sus valiosas sugerencias en algunos capítulos de la tesis. A Luis Carlos Molina por su colaboración en el apoyo informático y a Carlos César Parrado Delgado por haberme cedido información de su banco de datos.

A todos ellos ¡Muchas Gracias!

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO	6
1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO	7
1.3. ¿POR QUÉ EL DESARROLLO SOSTENIBLE?	8
1.4. INTERPRETACIONES DEL TÉRMINO	10
1.5. ALGUNAS DEFINICIONES.....	12
1.6. VISIONES GENERALES.....	12
1.7. VISIONES DE LA ECONOMÍA	14
1.8. VISIONES DE LA ECOLOGÍA (ECONOMÍA ECOLÓGICA).....	15
2. MODELOS DE SOSTENIBILIDAD	22
2.1. MODELO “CIENTIFICISTA”.....	23
2.2. MODELO BASADO EN LA ECONOMÍA ECOLÓGICA	26
2.3. MODELO DE LA AGENDA 21.....	32
2.4. MODELO DEL V PROGRAMA	40
2.5. MODELO DEL “FACTOR 4” O LA REVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA	47
2.6. DECLARACIÓN DE RÍO SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO	48
2.7. VISIÓN DE LOS LÍMITES DEL CRECIMIENTO DESDE LA INGENIERÍA	54
2.8. LA CAPACIDAD DE CARGA	55
2.9. TEORÍA DEL CAOS.....	61
3. LA SOSTENIBILIDAD Y EL TERRITORIO	70
3.1. LA NECESIDAD DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO	72
3.2. VISIONES SOBRE LA SOSTENIBILIDAD URBANA	80
3.3. LA TEORÍA ECOLÓGICA EN EL TERRITORIO	82
3.4. LA FLEXIBILIDAD DE LAS VARIABLES URBANAS	83
3.5. LOS CAMBIOS URBANOS.....	89
3.6. DIVERSIDAD COMO ÍNDICE DE ORGANIZACIÓN.....	101
4. LA TEORÍA DEL CAOS APLICADA A LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	110
4.1. ALGUNOS ELEMENTOS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	111
4.2. SOBRE LA NECESIDAD DE UN MODELO ANALÍTICO	115
4.3. LA APLICACIÓN EN LOS SISTEMAS URBANOS	115
4.4. MODELO DE LAS ATRACTIVIDADES	116
4.5. LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO: POLÍTICAS Y SOSTENIBILIDAD	119
5. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD COMO HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS.....	135
5.1. PLANTEAMIENTOS TIPOLÓGICOS DE INDICADORES	136
5.2. LAS FUNCIONES QUE TIENEN LOS INDICADORES	137
5.3. ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE INDICADORES PARA EL DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE:	139
5.3. LA SOSTENIBILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLÉS.....	156
5.4. SOBRE EL ÁREA METROPOLITANA DE PUEBLA	156
6. DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO.....	162
6.1. INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES	162
6.2. CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO	163

6.3.	PROGRAMACIÓN LINEAL.....	164
6.4.	FORMULACIÓN DE UN PROBLEMA DE PROGRAMACIÓN LINEAL	164
6.5.	HIPÓTESIS DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL	166
6.6.	APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL EN LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS ENERGÉTICOS.....	168
6.7.	MODELOS ENERGÉTICOS CON RESTRICCIONES DE SOSTENIBILIDAD	168
6.8.	CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO ADAPTADO A LAS NECESIDADES DE LA ORDENACIÓN TERRITORIAL	169
7.	ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO Y MOVILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA: DEL VALLÉS OCCIDENTAL.....	175
7.1.	EL MARCO TERRITORIAL	175
7.2.	LA ARTICULACIÓN DEL TERRITORIO.....	176
7.3.	DINAMISMO DE LA COMARCA POR LA DIVERSIDAD PRODUCTIVA	177
7.4.	POBLACIÓN Y MERCADO LABORAL	178
7.5.	POBLACIÓN OCUPADA EN LA INDUSTRIA Y EN EL TERCIARIO	181
7.6.	CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	184
7.7.	LA MOVILIDAD URBANA COMO ELEMENTO QUE INCIDE EN EL CRECIMIENTO METROPOLITANO DEL VALLÉS OCCIDENTAL.....	187
7.8.	COMPARACIONES DE LA MOVILIDAD OBLIGADA EN LOS AÑOS: 1991 Y 1996 <i>Municipio</i>	189 191
7.9.	MODELO DE DIFUSIÓN EN EL VALLÉS.....	198
8.	ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PUEBLA.....	203
8.1.	DELIMITACIÓN FÍSICO-ESPACIAL.....	203
8.2.	LOS CAMBIOS TERRITORIALES Y LOS PROCESOS DE INTEGRACIÓN ESPACIAL	206
8.3.	EL TRANSPORTE EN EL PROCESO DE INTEGRACIÓN ESPACIAL, ZMCP	209
8.4.	RED VIARIA Y TRANSPORTE INTERURBANO.....	210
8.5.	RED VIARIA, 1970-1992.....	215
8.6.	MOVILIDAD OBLIGADA DE RESIDENTES EN LA CIUDAD DE PUEBLA HACIA LA ZONA METROPOLITANA: TRABAJO Y ESTUDIO.....	217
8.7.	MOVILIDAD URBANA INTERIOR Y ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PUEBLA.....	218
8.8.	ESCENARIO SOCIOECONÓMICO DE FUTURO PARA LA ZMP.	221
8.9.	ESCENARIO DEMOGRÁFICO (2000-2020).....	221
8.10.	ESCENARIO RESIDENCIAL PARA EL AÑO 2020.....	222
8.11.	LA MOVILIDAD EN EL ESCENARIO TENDENCIAL DEL 2020	222
8.12.	COMENTARIOS DEL ESCENARIO SOCIOECONÓMICO DE PUEBLA	223
9.	DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO APLICADO A LA ORDENACIÓN TERRITORIAL Y SOSTENIBILIDAD.....	228
9.1.	MODELOS DE ATRACCIÓN E INTERACCIÓN ESPACIAL.....	229
9.2.	MODELO DE ATRACCIÓN E INTERDEPENDENCIA ESPACIAL PARA PUEBLA	236
9.3.	DISEÑO DE UN MODELO PARA UNA POLÍTICA DE USOS DEL SUELO	238
9.4.	INTERPRETACIONES DE LOS RESULTADOS.....	247
9.5.	MODELO PARA LA ZONA METROPOLITANA DE PUEBLA.	248
9.6.	COMENTARIOS GENERALES DEL MODELO	253
10.	A MANERA DE CONCLUSIÓN.....	258
10.1.	MODELO METROPOLITANO DEL VALLÉS Y PUEBLA:	264

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Dos visiones de la economía.....	18
Figura 2-1. Diagrama de Valor de Consumo per Cápita.....	56
Figura 2-2. Diagrama de Valor de Impactos sobre los Recursos.....	56
Figura 2-3. Diagrama de Efecto sobre el Recurso que no se recupera.....	57
Figura 2-4. Diagrama de Recurso que se puede Consumir sin dañar la Carga de Recursos.....	58
Figura 2-5. Capacidad de Carga. (Crecimiento logístico de población de especies).....	60
Figura 2-6. Máximo de explotación sostenible. (<i>Exploración de recursos y población</i>)....	60
Figura 3-1. Problemática ambiental.....	78
Figura 3-2. Huella Ecológica.....	86
Figura 3-3. Ecosistema según Odum.....	89
Figura 3-4. Biosfera nutrida por el sol.....	90
Figura 3-5. Espacio ecológico urbano.....	91
Figura 3-6. Dimensiones de la sostenibilidad urbana.....	92
Figura 3-7. Tres dimensiones de la tecnología.....	101
Figura 4-1. Figura de Lewis.....	122
Figura 4-2. Modelo de Mcharg.....	124
Figura 4-3. V Programa.....	126
Figura 4-4. Minimizar efectos ambientales.....	130
Figura 5-1. Modelo Presión-Estado-Respuesta.....	143
Figura 5-2. Sistema entorno.....	145
Figura 8-1. Movilidad Urbana.....	218
Figura 8-2. Modos de Transportes.....	219
Figura 8-3. Proyecciones de movilidad.....	223
Figura 9-1. Modelo propuesto.....	235
Figura 10-1. Modelo de crecimiento.....	265
Figura 10-2. Modelo urbano “ <i>Bijerárquico</i> ”.....	265

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Características de los Problemas del V Programa.....	45
Tabla 2-2. Gestión de Recursos.....	46
Tabla 3-1. Déficit ecológico.....	88
Tabla 3-2. Factor Multiplicador de tecnología.....	98
Tabla 7-1. Evolución de población.....	179
Tabla 7-2. Población Activa.....	182
Tabla 7-3. Estructura Sectorial.....	183
Tabla 7-4. Coeficiente de especialización.....	185
Tabla 7-5. Movilidad Obligada por desplazamientos residencia-trabajo, 1991 y 1996.....	189
Tabla 7-6. Movilidad exterior de entrada.....	191
Tabla 7-7. Movilidad obligada por desplazamiento interno residencia-trabajo. Distribución por sexo y medio de transporte, 1991.....	192
Tabla 7-8. Movilidad obligada por desplazamiento interno residencia-trabajo. Distribución por sexo y medio de transporte, 1996.....	193

Tabla 7-9. Variación de movilidad urbana interna por sexo y medios de transporte: residencia-trabajo, 1991-1996.	194
Tabla 7-10. Movilidad obligada por desplazamiento interno residencia-estudio. Distribución por sexo y medio de transporte. 1986.	194
Tabla 7-11. Movilidad obligada por desplazamiento interno residencia-estudio. Distribución por sexo y medio de transporte, 1991.	195
Tabla 7-12. Movilidad obligada por desplazamiento interno residencia-estudio. Distribución por sexo y medio de transporte, 1996.	196
Tabla 7-13. Variación de movilidad urbana interna por sexo y medios de transportes. Distribución por residencia y estudio, 1986-1991-1996.	196
Tabla 7-14. Movilidad obligada por desplazamiento intercomarcal residencia-trabajo... 1991.	197
Tabla 8-1 . Evolución del área metropolitana de la Ciudad de Puebla (AMCP), 1970-1990.	204
Tabla 8-2. Municipios del Área Metropolitana de Puebla.	205
Tabla 8-3. Escenario demográfico.	221
Tabla 8-4. Escenario residencial.	222

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 7-1. Especialización Sectorial del Vallés Occidental.	186
Mapa 8-1. Mapa de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla.	208

CAPÍTULO I

POR QUÉ EL DESARROLLO SOSTENIBLE

LA CIUDAD SOSTENIBLE, MOVILIDAD Y DESARROLLO METROPOLITANO, SU APLICACIÓN Y ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS ÁREAS METROPOLITANAS DEL VALLÉS Y PUEBLA.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente las grandes ciudades han tenido un proceso de crecimiento que, podría ser de cierta manera “irreversible”, si comparamos el fin mismo con el cual fueron construidas: de un espacio de convivencia armónica a una dispersión irracional de su crecimiento. Sin embargo, la idea que deseamos estudiar desde la óptica de la ciudad sostenible, presupone la necesidad de revertir el tipo de ciudad funcional hacia otra más sostenible y abierta a detener el deterioro. Los hechos evidentes marcan las pautas para encarar los males que acontecen en las conurbaciones de fin de milenio. Las metrópolis de hoy día, tienen virtudes que las pueden defender de sus defectos; pero son tantos los defectos que sus virtudes han cedido terreno ante las múltiples transformaciones irracionales del territorio, principalmente, en la demanda del suelo urbano. En respuesta la ciudad se convierte en un ámbito de convivencia paradójica: ciudades que concentran infraestructuras contrarias al crecimiento racional; existe un uso irracional de recursos no renovables; concentración de servicios públicos, así como un crecimiento y dispersión de habitantes por todo el suelo urbano y no urbanizado. En consecuencia, déficit en los servicios, déficit en usos de suelo destinados para áreas verdes; por otra parte, se incrementa la contaminación atmosférica, al tiempo que existe una acentuación en los índices de polución, etc.

Sin embargo, desde la perspectiva sostenible que deseamos estudiar las dos áreas metropolitanas: el Vallés y Puebla, destacaremos los elementos importantes que pueden replantear la construcción de la ciudad compacta. Para la primera entender, la forma de edificación, en el trazo mismo de su expansión física, en la racionalización de los recursos, en los usos y aprovechamiento del suelo urbanizado, en definitiva, la ordenación del territorio que podría replantearse un tanto sostenible para la segunda. Nuestro enfoque también se dirige a analizar el desarrollo del área urbana para prever los recursos de hoy sin perjudicar las generaciones futuras.

En el análisis se pretende proponer algunos criterios de sostenibilidad al actual modelo de ciudad, para que tengan un desarrollo armónico con su entorno. Por otra parte, replantear el concepto de ciudad, y que se distinga con una propuesta de *ciudad sostenible*. Asimismo, tomar en cuenta las virtudes que pudiese tener, así como sus posibilidades flexibles de aplicabilidad, no a la intención *per se*, sino, por la demanda que hoy exige replantear un nuevo paradigma de ciudad sostenible; además, responda a las necesidades de sus habitantes, del entorno físico y natural inmediato: armonizar entre hombre-naturaleza, espacio-sociedad, territorio-medio ambiente, y ciudad sostenible-ordenación territorial.

Al analizar la ordenación del territorio, con tendencia a la sostenibilidad de las dos áreas metropolitanas del Vallés y Puebla, se pretende seguir algunos planteamientos espaciales del Vallés, ejemplo para nuestro estudio. Posteriormente aplicar criterios de sostenibilidad, utilizando modelos matemáticos y procedimientos acordes a la ordenación del territorio. Para ello hemos de utilizar un ejemplo que preocupa en el proceso de crecimiento urbano, tal es el caso de la vivienda; dado que es un elemento que denota e incide en la conformación del territorio. De ahí entonces, se simule un modelo para una proyección hacia el año 2020. Incluso, un ejercicio académico y dejar antecedentes para nuevas investigaciones.

Con base en el modelo de urbanización actual del Vallés, producto de la competencia urbanística autonómica, permite de algún modo explicar la evolución del crecimiento metropolitano, cómo se modifican los usos del suelo y qué tendencias futuras tendrá. Por otro lado, la influencia que recibe de las políticas urbanas de Barcelona, así como la vinculación con el resto de los municipios del área metropolitana de ella, le permiten ampliar su área de desarrollo y reordenar el territorio para un buen uso del suelo. Estas experiencias enriquecen para establecer los criterios de sostenibilidad y llegar a una mayor influencia en la ordenación del territorio, ejemplo que se desea destacar para el caso de Puebla. En este sentido cabe destacar que existe el terreno fértil para aplicar una planificación integral, más flexible y tome en cuenta los recursos actuales, sus limitaciones y sin comprometer las generaciones futuras, en tanto debe ser la prioridad que la planificación integral tome en consideración antes de proyectar y/o planear la ordenación del territorio.

Los aspectos teóricos metodológicos de las escuelas de pensamiento que han estudiado el desarrollo sostenible, tendrán una influencia importante para la elaboración de nuestro modelo que, con los criterios de sostenibilidad, destacaremos puntos más sensibles y preocupantes para el caso de Puebla. Respecto al modelo a aplicar, será una línea que oriente el sentido de los instrumentos de desarrollo para disminuir algunos de los problemas más acuciantes del área urbana y se focalice el fenómeno insostenible. Para ello, plantearemos los rasgos más importantes o en su defecto, cómo se estructura el territorio del Vallés de donde estudiaremos sus virtudes en términos de la ordenación y traza del territorio. De ahí que, la ciudad sostenible esté enmarcado en los parámetros del crecimiento del área metropolitana, que racionalice los recursos, el suelo urbano y hacer un planteamiento del desarrollo de la ciudad compacta en consonancia con la demanda de los habitantes de un espacio armónico con el entorno.

El procedimiento que destacamos en el proceso de ordenación del territorio desde el enfoque de la sostenibilidad, se dividirá en dos zonas diferenciadas:

1. Por medio de las llamadas “*Islas Metropolitanas*” caracterizadas por aquellos espacios destinados a densidades de edificación ‘elevadas’.
2. Los llamados “*Espacios abiertos*”, que comprende las zonas con edificaciones muy limitadas, además, se ocupan de densidades bajas.

De acuerdo con el análisis de las previsiones de la población, vivienda, movilidad, y localización del trabajo se reestructurará el suelo urbano, además, se proyectará el modelo para la organización del territorio. Estos factores serán determinados por el déficit o excedente de la capacidad de acogida del suelo para su urbanización. De esta manera se pretenderá el control del crecimiento urbano o de los espacios abiertos para dinamizar el crecimiento en las llamadas ‘islas metropolitanas’.

Por ejemplo se procurará evitar el crecimiento urbano desordenado aplicando los criterios siguientes:

- Compactación del territorio en lugares adecuados (islas metropolitanas) sin llegar a densidades altas.
- Reducción de gastos corrientes asociados a infraestructura y mantenimiento.
- Reducir los impactos de usos energéticos a distintos niveles del proceso: explotación y consumo.

En cada uno de estos elementos también se planificará para aprovechar los usos del territorio, así como la construcción de infraestructuras de transportes y la distribución de energía. Asimismo, la fijación de reserva de espacio para la ubicación de centrales de producción energética relacionadas a la nueva tecnología. Conociendo las necesidades energéticas de las dos áreas metropolitanas en cuestión.

El carácter mismo de la investigación, tiende a delimitar los factores negativos del crecimiento territorial; frenar las pautas que conducen hacia la depredación de la naturaleza, en el sentido también del uso inapropiado de los recursos, de la deforestación de los bosques, de la destrucción del suelo agrícola que abre las puertas a la urbanización dispersa (convirtiendo a la ciudad en espacios difusos), en suma, es la orientación de un crecimiento que sea factible y prevenga para el futuro. De esta manera establezca el crecimiento y disminuya el uso irracional tanto de los recursos que demanda la ciudad como de los desechos que provienen de ella.

En el primer capítulo, hemos propuesto un análisis sobre el por qué del desarrollo sostenible, es decir, como respuesta a la insostenibilidad actual de crecimiento metropolitano; de esta manera se precisa de un nuevo concepto de ciudad, claro está, previo análisis de las áreas metropolitanas. Es en este sentido entonces, se pueden crear las condiciones para proponer un paradigma de crecimiento, hacer que la ciudad de hoy se presente como sostenible; cambiar el papel funcional de insostenibilidad, de crecimiento difuso y fragmentado por una más planificada e integradora.

En un segundo capítulo, hacemos un análisis sobre los modelos de sostenibilidad; con base en el estudio que hemos desarrollado sobre las teorías y modelos de sostenibilidad, se puede extraer de ellas dos formas de comprender la sostenibilidad. Una tiende hacia un modelo más cercana hacia el planteamiento de las ciencias humanas, que a su vez destaca por su reivindicación naturalista que enfatiza en la teoría de la física e incluso tiene un pensamiento más próximo hacia la perspectiva del método científico (a esta

corriente se le identifica como de los “ecologistas científicos”). Por otra parte, existe una segunda corriente ideológica que destaca más por la propuesta desarrollada desde la economía ecológica, a ésta podríamos llamar (de la ecología humana).

En el tercer capítulo, destaca una parte importante de la sostenibilidad y el territorio; endonde expresamos un planteamiento que parte desde los primeros intentos de estudiar y comprender el crecimiento de la ciudad que, hasta la época barroca se mantenía un “modelo” territorial, en el cual las parcelas se identificaban por su estructura delimitada y diferenciada por lo urbano y lo rural. La ciudad se sometía a un plan geométrico estricto en el que la ortogonalidad y la perspectiva horizontal triunfaron sobre la perspectiva vertical que identificaba y ordenaba a la ciudad medieval.

En un cuarto capítulo, un análisis necesario para contextualizar los usos de la planificación de acuerdo con algunas teorías. Es aquí entonces donde se plantea que actualmente la complejidad con la que se desarrolla la sociedad en estos días y el funcionamiento evolutivo que sufre la ciudad, están permitiendo la aparición de una serie de variables que provocados por la dinámica del proceso de globalización económica sustentan una dialéctica de proceso autorregulativos entre ellas. La planificación territorial juega un papel importante a la hora de definir los parámetros de la transformación del territorio, su aplicabilidad, los usos y mantenimiento de las escalas de crecimiento, la inversión destinada a áreas de crecimiento como de espacios confinados a la preservación, etc. En consecuencia al utilizar de manera teórica las herramientas metodológicas anteriores se tratará de llegar a ser factibles *modelos matemáticos aplicados a la ordenación territorial y sostenibilidad*. En conjunto, serán las partes importantes del análisis, cuya tendencia brindará pautas para la construcción de una ciudad más sostenible, donde la ordenación del territorio y sostenibilidad ofrezcan servicios ambientales, sociales y económicos básicos a todos los habitantes, en concreto para el caso de estudio de las dos áreas metropolitanas: el Vallés y Puebla.

En el capítulo cinco, los indicadores de sostenibilidad serán los elementos de evaluación y de precisión para tomar en cuenta en la ordenación del territorio. Trataremos de utilizar los indicadores que más se aproximan al estudio propuesto basado en el desarrollo sostenible; donde los índices de sostenibilidad serán en parte las piezas claves en la reconstrucción territorial desde la perspectiva más sostenible posible. Aunque el índice que utilizaremos se presenta un tanto complejo para su medición cuantitativa, sin embargo, nos auxiliaremos de un método operativo que a través de los indicadores se podría representar la realidad derivada de algunos procesos de conceptualización y/o de su descripción práctica.

En el capítulo seis, incluiremos un diseño de un modelo matemático aplicado a la ordenación del territorio. Esto quiere decir que de acuerdo con el análisis que hagamos de las dos áreas, sobre todo, con el área metropolitana del Vallés se aplicará para hacer la comparación con respecto a la zona metropolitana de Puebla. Sin embargo, en los capítulos siete y ocho se harán los análisis correspondientes a los aspectos socioeconómicos de las dos áreas en cuestión. En el capítulo nueve, la propuesta que nos llevará al planteamiento de la gestión territorial para la zona metropolitana de Puebla; con base en el modelo matemático se aplicará para la ordenación territorial con perspectiva de la sostenibilidad. Y por último, el capítulo diez será la conclusión final de la tesis.

1.1. Hipótesis de Trabajo

Con referencia al desarrollo urbano del Vallés, actualmente la movilidad urbana tiende hacia un proceso de dispersión respecto a sus municipios conurbados enfatizando, con cierta hegemonía, hacia dos ciudades centrales como son, Sabadell y Terrassa, mismas que están estructurando una centralización mayor de actividades. En tanto al proceso anterior es provocado por la concentración, dispersión, segregación y difusión de las actividades en las ciudades. Hoy día, se puede plantear que el área metropolitana tiende a ser insostenible de continuar hacia esa dirección. También la situación actual es debido: a) mayor consumo de suelo de la periferia para actividades urbanas, contaminación ambiental, consumo de recursos (demanda ingente de energía no renovable, destrucción de acuíferos, deterioro en el entorno inmediato de la ciudad y su periferia) y; b) en la cada vez menor capacidad de absorción de sus residuos producidos al interior de sus ciudades: contaminación de residuos sólidos y líquidos, polución, imposibilidad de reciclar productos no biodegradables, incremento de CO₂, NO₂, SO₂, etc., (Nino and Baetz, 1996; National Academy Press, 1997), por otro modelo sostenible para el presente y racionalizar recursos hacia el futuro.

No obstante, con relación al caso de Puebla, las características medioambientales, el desarrollo urbano y nuestra preocupación en torno a la movilidad urbana, tienden a diferenciarse del proceso anterior, es decir, del Vallés catalán. Dada la situación del desarrollo urbano y la insostenibilidad del crecimiento metropolitano, la movilidad urbana presenta hoy día un especial obstáculo para integrarse al crecimiento de las áreas conurbadas de ambas áreas. Por un lado, la dispersión y la segregación de actividades económicas que trae como consecuencia mayor alargamiento de los desplazamientos, como por ejemplo, de lugar de residencia hacia el centro de trabajo; y por otro lado, se incrementa el consumo de energía y aumenta el número de transporte privado para el desplazamiento de la movilidad.

De ahí entonces que el crecimiento desordenado del área metropolitana de Puebla, tienda más hacia un crecimiento anárquico y adopte una característica de la ciudad de forma difusa. Sus municipios más próximos tienden a sufrir cambios en su estructura interna; existe cada vez una desintegración del territorio que es absorbido paulatinamente por la ciudad central, aunado al deterioro ambiental y el derroche de los recursos y la falta de una verdadera planificación para los usos del suelo y de los recursos de la zona. En consecuencia, podemos concluir que el crecimiento metropolitano del Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, se vuelve insostenible e irracional en cada paso de su transformación territorial.

En tanto que, si utilizamos los planteamientos del concepto mismo de sostenibilidad, nuestra hipótesis tiende a cuestionar aun con mayor dinamismo los usos irracionales de los recursos. En efecto, retomando los lineamientos del Informe sobre Nuestro Futuro Común (1987) coordinado por Gro Harlem Brundtland desde el marco propio de las Naciones Unidas, se propuso el término “desarrollo sostenible” con la siguiente propuesta: “*Satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas*”; volvemos nuevamente enfrentar con el

modelo de desarrollo metropolitano que en nada tiene que ver con satisfacer las necesidades del presente, menos para encausar los elementos más próximos a la ordenación del territorio, por ejemplo, con los usos del suelo, respeto a los umbrales naturales, equilibrio y uso adecuado de recursos, etc. Sin embargo, desde la perspectiva anterior, nuestras ciudades de hoy día están cada vez más alejadas de convertirse en sostenibles, mucho menos de no perjudicar a las generaciones futuras.

1.2. Objetivo del Estudio

El objeto de la presente investigación, es plantear criterios de sostenibilidad para la ordenación del territorio del Área Metropolitana de Puebla, siguiendo algunas pautas de la organización territorial del Área Metropolitana del Vallés y, con base en estos criterios físicos espaciales hacer una comparación de ordenación del territorio para la Zona Metropolitana de Puebla (ZMP) desde la perspectiva de la sostenibilidad.

Objetivo particular:

Con base en el objetivo general, trataremos de llegar a plantear instrumentos teóricos metodológicos y de esquemas de desarrollo para la ordenación del territorio. Entre los que pueden ser herramientas y/o modelos matemáticos, teorías y/o escuelas que han planteado criterios de sostenibilidad. Elementos que sirvan como puntos de referencias para futuras investigaciones que desarrollarán los estudiantes de nuestro Instituto Politécnico Nacional, en el marco del convenio entre las dos instituciones, es decir, Universidad Politécnica de Cataluña y el Instituto Politécnico Nacional.

La intención de estudiar los criterios de sostenibilidad del Área Metropolitana del Vallés y su proceso de crecimiento territorial, es con la finalidad de hacer un análisis comparativo para la Zona Metropolitana de Puebla. Analizar la ordenación del territorio actual, implicará entonces tratar de retomar muestras de la planificación del crecimiento metropolitano del Vallés. Por ejemplo, en el trazado de su forma urbana, en el viario, en la edificación y en el aprovechamiento de los usos del suelo urbanizado. En tanto que, la tendencia de crecimiento que se desarrolla dentro de los parámetros de la planificación territorial del Vallés (con respecto a los planes y programas de su área metropolitana) se puede establecer los elementos metodológicos y prácticos de una ciudad sostenible y su aplicabilidad, ejemplo para una de las ciudades mexicanas como es el caso de Puebla.

Si hemos de analizar la ciudad desde *el prisma de la sostenibilidad*, deberá hacerse en función de sus virtudes y sus posibilidades de crecimiento, que difiera del desarrollo insostenible de hoy día para ambas zonas metropolitanas. Los elementos a retomar en estas condiciones podrían replantear y construir una ciudad de cara al nuevo milenio, cuyas características deben estar en sintonía con sus bases teóricas más sostenibles y

disminuir la “*capacidad de carga*”^{*} (Rees y Wackernagel, 1996; Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible, 1997), y explotación de recursos y energías que va en perjuicio del ecosistema mismo.

Si comparamos a las conurbaciones modernas, actualmente se caracterizan por una progresiva aglomeración de población sobre una delimitación física de un territorio que tiende a agotarse debido a las exigencias per cápita de agua, energía, suelo y materiales para la reproducción de sus habitantes y de la propia ciudad. En respuesta a las características anteriores se responde con emisiones de contaminantes, desechos sólidos y líquidos no biodegradables, incremento en el deterioro en la capa de ozono, poluciones de partículas de materiales pesados, etc. Estos contaminantes emitidos constantemente en la ciudad son tan enormes con relación a las formas antiguas de un proceso de urbanización que difiere hoy día por el uso irracional de las actuales necesidades de los habitantes de las grandes metrópolis. Donde la capacidad de carga ya no soporta los desechos generados en las ciudades ni es posible su reciclaje ni la degradación para ser asimilado.

Siguiendo la tendencia que van dejando las conurbaciones hoy día, presentan cada vez más exigencias, asimismo, devoran espacios para los asentamientos humanos y materiales de toda índole. Se aprecia un proceso de descentralización y desindustrialización que antes se mantenía en la parte central de las ciudades; la integración de nuevos territorios o de municipios que antes se consideraban distancias alejadas de la ciudad central hoy es acotada por las grandes redes viarias que destruyen el ecosistema para transformar el territorio y lo convierten cada vez más insostenible. De ahí que, la búsqueda de un nuevo paradigma de ciudad esté enfocado hacia la sostenibilidad y dé elementos para la construcción de una ciudad que disminuya los contrastes de alta densidad de población, del crecimiento disperso y devorador del espacio; en tanto responda al crecimiento incontrolado de las áreas conurbadas, así como la forma de construcción y destrucción de la ciudad funcional y enfrente la especulación de la demanda actual.

La ciudad de hoy está desarrollando una tendencia cada vez más hacia la utilización extensiva del territorio y la separación de las funciones y/o actividades de usos específicos en lugar de racionalizar y disminuir del consumo depredador. No obstante, la metrópoli, manetiene un entramado complejo de necesidades que estructura algunas exigencias por medio de redes que tiende hacia el transporte horizontal y un consumo ingente de energía, materias, personas e información. Estos mismos se entrelazan tanto en las aglomeraciones modernas como entre otros centros de población y el territorio colindante, al tiempo que existe una interrelación de éstas con los otros.

1.3. ¿Por Qué el Desarrollo Sostenible?

Actualmente las condiciones materiales de vida de la población en las grandes ciudades se han venido deteriorando. La concentración de habitantes en un espacio físico de las ciudades, la contaminación atmosférica como producto del aumento en la circulación

^{*} Entendemos que es *la máxima población de una especie dada que puede ser soportada indefinidamente en un hábitat acotado sin perjudicar la productividad del espacio.*

de los vehículos y de industrias contaminantes, la generación de desechos sólidos (entre los llamados inertes), contaminación e integración del suelo agrícola a la ciudad por el proceso incontrolado de la urbanización (McGranahan, Songsore y Kjellén, 1996), por un lado; la devoración agigantada del territorio por los procesos de asentamientos y cambios en los usos del suelo, el consumo irracional de la energía por parte del modelo actual de ciudad donde la concentración y centralización de servicios y la demanda de un mercado que consume y desecha, por el otro, están actuando de manera negativa en el territorio y exigen hoy día un carácter imprescindible de un nuevo paradigma de ciudad. Y sobre todo, dentro de este ámbito, como respuesta a la insostenibilidad actual de crecimiento metropolitano se precisa de un nuevo concepto de ciudad.

Es en este sentido entonces, que se pueden crear las condiciones para proponer un paradigma de crecimiento y hacer que la ciudad de hoy se presente como sostenible; cambiar el papel funcional de insostenibilidad y de crecimiento difuso y fragmentado por una más planificada e integradora y no sólo se abastezca de recursos y de deshacerse de residuos, sino también tenga capacidad de controlar las pérdidas de calidad ambiental tomando en cuenta la ciudad como un “*sistema fuerte y dinámico*”. En este sentido retomando el planteamiento de Naredo, podríamos concluir con él cuando dice que, los sistemas físicos sobre los que se organiza la vida de los hombres (sistemas agrarios, industriales,... o urbanos) se afirma que la sostenibilidad de tales sistemas dependerá de la posibilidad que tienen de abastecerse de recursos y de deshacerse de residuos... (Naredo, 1998). O también se puede interpretar dentro de lo que D. Mitlin y D. Satterthwaite, plantean como el *desarrollo fuerte*, en el sentido de que el desarrollo fuerte incluye muy bien los objetivos sociales explícitos para lograr las metas de impulso dentro del desarrollo sostenible, en tanto que exige cambios sociales, no sólo en el mantenimiento de lo social sino que guarda continuamente los recursos de y para la sociedad (Mitlin, y Satterthwaite, 1996).

Si bien la ciudad sostenible, dentro de los parámetros de su aceptación como estrategia de crecimiento y transformación de ciudad de cara al nuevo milenio, merece ser tomada en cuenta y replantearla para las nuevas demandas de los habitantes de las grandes metrópolis. Naturalmente con base en los intentos serios para reorientar el comportamiento y el crecimiento de las actuales conurbaciones, hacia una dirección más sostenible. De ahí entonces será necesario *modelizar** el funcionamiento de las ciudades, (Naredo, 1998); y respecto a las necesidades exigidas por sus habitantes vendrán a ser operativos los cambios manipulados por ellos mismos –a las cantidades de recursos y los usos del territorio– de manera más “racional” para saber el qué y cómo se administran y consuman tanto local como globalmente**. De ahí que dentro del contexto de la ciudad sostenible pueda existir la posibilidad de reorientar el proceso de urbanización

* El ejemplo que nos propone Naredo en el sentido de modelizar la sostenibilidad, es para rescatar la idea de cómo se comporta la biosfera de modo globalmente sostenible; además plantea que se evite la presión sobre el territorio de los usos y actividades de la población, origine con ese mismo proceso la simplificación y deterioro que hicieran dicha presión localmente insostenible. Planteando este fenómeno en el caso de las grandes ciudades, también es en parte nuestra preocupación. Por lo que modelizar los fenómenos nos pueden aproximar hacia donde podemos detectar la tendencia e impactos sobre el medio ambiente.

** El término “local” y “global”, se plantea de la siguiente manera, tomándolos en la noción de sostenibilidad fuerte: *sostenibilidad global*, cuando se refiere a escala planetaria de los sistemas, tomando a la tierra el punto de referencia. La *sostenibilidad local*, se refiere a procesos más parciales o limitados en el espacio y en el tiempo.

desde la perspectiva más equilibrada y sostenible posible manteniendo los recursos que necesita ella misma para su propio funcionamiento.

Por otra parte, se puede comprender que el proceso de globalización tiene sus impactos en el territorio; entre las características que la definen, no sólo en función de la producción, sino en el ámbito de los recursos y en el consumo de materia y energía expresándose físicamente en las ciudades. Pero, asimismo, es concomitante la Globalización del mercado (Migliorino, 1995) cuya expresión tangible es indudable por medio de un mayor incremento en:

- Internacionalización.
- Transferencia de tecnología.
- Proceso de innovación, y
- En la masa de información (telemática).

Sin embargo, en el contexto de un proceso de crecimiento como el actual, es decir, la tendencia del uso irracional de los recursos nos puede llevar hacia un colapso físico ambiental que repercutirá negativamente en el sostenimiento de las ciudades actuales. Por otra parte, existe una aceptación de investigadores de varias disciplinas que, de continuar con el crecimiento económico de manera ilimitada, así como, el consumo de los recursos de forma irrestricta y sin control adecuado para su regeneración y su posible absorción* por parte del ecosistema, en un corto tiempo empezaremos a sufrir los estragos más drásticos de la contaminación: las lluvias ácidas, el efecto invernadero, los residuos suspendidos que pululan en el ambiente, el calentamiento de la tierra, la multiplicación de las enfermedades producidas por aquellos efectos perversos; al tiempo que los impactos en las grandes ciudades se pueden manifestar de manera generalizada. De ahí entonces, la necesidad de un nuevo paradigma de ciudad y tenga como propósito destacar en el ámbito de la sostenibilidad. En tanto, se debe plantear en principio un hecho que vincule al mundo físico de la economía, siempre y cuando se rescate el valor que tiene tanto el capital natural como humano (proyecto que desarrollan los economistas ecológicos).

1.4. Interpretaciones del Término

Si partimos de una connotación general, tendríamos que retomar algunas de las ideas que más se aproximan a la definición y que nos ayudará a contextualizar el propio concepto. De esta manera pues, tendremos entre otros planteamientos que, el desarrollo

* Es necesario tomar en cuenta la capacidad de absorción del medio ambiente, ya que como se considera como un recurso finito tiene sus límites para mantener el ecosistema en condiciones “normales” de subsistencia. Los estudios de -Perse y Tuner, 1995- nos hablan al respecto.

sostenible es un proceso en que la explotación de recursos, la dirección de inversiones, y los cambios institucionales son todos hechos consistentes con un futuro común tejido como necesidades del presente. El concepto de desarrollo sostenible tiene el subordina-do que establece como premisas los siguientes puntos, según Khanna, (1989):

1. Relación Simbiótica entre el consumidor (la raza humana) y el productor el sistema natural; y
2. Compatibilidad entre la ecología y la economía.

Planteando el concepto anterior para el desarrollo sostenible o para una ciudad con principios de sostenibilidad, implica que se involucra y busca opciones exploratorias para los usos de los recursos, elección de tecnología, cambios estructurales de sistema, y sobre todo, de los modelos del consumo que produciría un resultado por lo menos limpio y justo en la calidad de los niveles de vida. Con respecto al estado medioambiental, el rechazo a través del pago ecológico. Operación semejante podría ser el esquema en el plano regional, que significa identificación de las vinculaciones entre la dotación del recurso, desarrollo de las actividades, capacidad asimilativa, estado medioambiental, progreso económico, comodidades, y calidad en los niveles de vida (Suju, Babu, y Khanna, 1997).

Tomando en consideración que la Unión de la Conservación (Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas y del Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza) indicaba que *“el desarrollo sostenible implica mejora de la calidad de vida dentro de los límites de los ecosistemas”*. Siguiendo la misma trayectoria anterior, el Consejo Internacional de Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI) propuso en los términos lo siguiente: *“el desarrollo sostenible es aquel que ofrece servicios ambientales, sociales y económicos básicos a todos los miembros de una comunidad sin poner en peligro la viabilidad de los entornos naturales, construidos y sociales de los que depende el ofrecimiento de estos servicios”*(Rueda, 1998).

En los apartados siguientes intentamos definir algunas de las visiones del término sostenibilidad. Primero, partimos del enfoque que ha tenido serias críticas, desde el punto de vista neoclásico al concebir la sostenibilidad como un concepto más próximo a la economía: el crecimiento sin límites; hasta llegar a la escuela que hoy día está en el lado opuesto de la teoría neoclásica: la economía ecológica, que valora un tanto el capital natural*.

* Interpretamos el capital natural desde la perspectiva de los recursos tanto renovables como los no renovables. En definitiva podemos mencionar a la naturaleza en sí misma, como la madre de todo los recursos que existen en ella. Incluso rescatando los stocks que aun persisten en el medio ambiente, las que reproduce y transforma para la subsistencia de la vida.

1.5. Algunas Definiciones

Estos planteamientos se han tomado -lo que a juicio de la investigación amerita- como las definiciones más pertinentes para contextualizar el término sostenible y las escuelas que la han defendido, incluso aplicado desde sus respectivas disciplinas. De ahí que, nos remita a tres visiones más próximas al desarrollo de la sostenibilidad, con respecto a sus planteamientos metodológicos y las más representativas en términos teóricos: visión general, visión de la economía y visiones de la ecología.

Claro está, entre otros planteamientos sobre las definiciones de sostenibilidad, sólo resta decir que de estas definiciones que planteamos en ocasiones son contrapuestas y hasta antagónicas en función de la filosofía y las sustentaciones ideológicas. De ahí que no ahondáremos más al respecto, salvo en caso de ser necesario aclarar puntualmente las diferentes escuelas de pensamiento.

1.6. Visiones Generales

Con base en el Informe sobre Nuestro Futuro Común (1987) coordinado por Gro Harlem Brundtland desde el marco propio de las Naciones Unidas, se propuso el término “desarrollo sostenible” con la siguiente propuesta: “*Satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas*” retomado de Naredo, (1998). Contexto, como punto de partida para encausar los elementos más próximos a la ordenación del territorio: usos del suelo, respeto a los umbrales naturales, equilibrio y uso adecuado de recursos, etc.

Se puede decir que es hasta finales de los años sesenta que los economistas ignoraban los problemas ambientales de la contaminación, de los residuos tóxicos y del agotamiento de los recursos. Sin embargo, es a principios de los setenta que el medio ambiente se convierte en un asunto de importancia para todos incluyendo a los economistas. De ello puede decirse que, los economistas y sus estudios en torno al control del medio ambiente, establecen lo que hoy día se da por conocido un efecto de la actividad económica que está fuera y escapa del control normal de los procesos del mercado: *las externalidades* (Peter, 1989). Elemento que en estos días ha sido considerado como un concepto que está en cada proceso de explotación de los recursos, pero, sin influir aún en los costes de producción.

Por otro lado, existe un elemento que utilizan los economistas en la definición para enmarcar en parte el proceso de sostenibilidad, el término *tecnología*. Por ejemplo, haciendo la comparación como un factor más desde la perspectiva de las externalidades; la tecnología juega un papel importante con respecto al punto de vista ecológicamente aceptable (“sustentable”) al tiempo que se puede definir siguiendo las propuestas de Norgard, como aquella que contribuye a reducir las necesidades totales de materiales y

energía en el conjunto de la sociedad y por supuesto en el territorio. Asimismo, del propio autor –continúa más adelante– que, una tecnología de consumo energéticamente eficaz podría ser etiquetada de tecnología ecológicamente “sostenible” (aceptable) en la medida que disminuye el flujo de energía durante su funcionamiento. Tomando en cuenta dos elementos:

- a) Si su funcionamiento puede causar otros impactos ambientales.
- b) No sólo durante su funcionamiento, sino considerar si en el ciclo completo de la tecnología produce impacto ambiental (Norgard, 1993).

Hemos planteado este punto de vista en virtud de que se ha dicho “... *en los países industrializados del Norte los sistemas energéticos no son sostenibles, sino mortalmente fatídicos en relación con el medio ambiente, ya que entrañan riesgos en el plano local, nacional, regional y mundial, y son causa de una amplia gama de efectos destructivos, desde el empobrecimiento del suelo debido a la minería hasta la creación de residuos...*” (Loeser, 1993). De ahí que sea rescatable el buen uso de nuevas tecnologías y enfrentar los malos usos y transformaciones de los recursos en aras de no perjudicar las generaciones venideras como reza el mismo proyecto Brundtland.

Respecto a lo que sucede en el territorio, con base en la estrategia de aumentar sustancialmente el sistema disipativo de la periferia de las ciudades, también ha de tomarse en cuenta la integración al mismo tiempo, su dispersión. No obstante, se propone por otra parte, maximizar las relaciones e intercambios, lo que implica aumentar hasta el máximo en espacios reducidos y compactos los miembros diversos con capacidad de relación, es decir, el hombre y su espacio, sociedad y las organizaciones políticos sociales, hacen que las redes sean posibles en intercambios de bienes e información aumentando la diversidad potencial de comportamiento. De donde se puede deducir que se genera un aumento de complejidades cuando se intenta maximizar la recuperación de entropía en términos de información.

El modelo de crecimiento también se aproxima a la idea de desarrollo sostenible, tomando desde luego el concepto de entropía como: primero, los intercambios entre el sistema y el mundo exterior y; segunda, que la suma de las partes sigue siendo positiva, excepto en estado de equilibrio. De aquí parte la idea de que los sistemas urbanos entran en competencia, (Rueda 1995); y también podría ser la falta de disponibilidad de materia o energía, incluso caer en el desorden (Michal, 1991). En suma desde la perspectiva del planteamiento de los físicos es “*cualquier flujo de calor lleva consigo entropía*”^{*} (Bennett, 1983).

Por otra parte, dentro de este enfoque, se puede mencionar también a los economistas que encaminan el fenómeno sostenible como un medio de los derechos de propiedad. Ante esta propuesta, se retoma de la idea del “teorema de Coase, (1960)”, que se usó

^{*} El autor –Charles H. Bennett- expone lo siguiente para poder comprender la entropía, al decir que, “*el flujo de calor desde un cuerpo frío eleva la entropía del cuerpo frío... el flujo de calor desde un cuerpo caliente hasta un cuerpo frío incrementa la entropía del universo*”; sin embargo, bajo esta idea de entropía de un sistema debe tenerse en cuenta, por otra parte, el desorden y la sobreexplotación de los recursos y las consecuencias que de estos procesos se produce y se genera: el cómo, el para qué y el cuánto.

como base teórica para una política de control de la contaminación no intervencionista, y la idea central era que por medio de un proceso de negociación entre el contaminador y el afectado pagar los efectos de la contaminación. Cada uno podría compensar al otro dependiendo de quien tuviera los derechos de propiedad: en este sentido si el contaminador tenía el derecho de propiedad, el contaminado podría compensarle por no contaminar, y por el otro lado si el derecho era del perjudicado, éste podría exigir al contaminador una compensación para tolerar el daño (Pearce y Turner).

De aquí podríamos mencionar otras escuelas de pensamiento similares, pero para el caso de estudio que estamos desarrollando, nos conformaríamos con estas definiciones que pueden aproximar hacia las especificidades de la sostenibilidad y sus tendencias metodológicas, por cierto, con algunas dosis de la propia teoría económica para abrir un camino quizás, con miras hacia una estrategia de ciudad más sostenible.

1.7. Visiones de la Economía

Los economistas clásicos, han elaborado concepciones respecto a la economía de mercado sin considerar los medios ni los efectos que pueden causar el exceso de explotación de los recursos. Asimismo, han propuesto soluciones reguladores en contra de los problemas ambientales desde la perspectiva del mercado. Siguiendo los planteamientos de los economistas ortodoxos dicen que, la tecnología siempre puede sustituir ilimitadamente los antiguos recursos por otros nuevos (Daly, 1989).

Por otra parte también se puede decir que, las causas del daño medioambiental radican en las actividades económicas: en la producción agrícola e industrial, en el consumo de energía y en la descarga de residuos, de donde se parte que es posible detener el daño al agregar un valor específico a cada recurso. Asimismo, es una característica central de las formas en que actualmente están organizados la producción y el consumo; en consecuencia aquí surge la idea para algunos seguidores de esta corriente cuando le dan un valor monetario y económico a los recursos y proponen que, a las empresas se les vendan “licencias para contaminar” (planteándolo de otra forma: *el que contamina paga*; precepto un tanto irresponsable para las generaciones futuras); donde también es percibido el medio ambiente como un conjunto de artículos (bienes y servicios) valorados, como otros productos y servicios por individuos de la sociedad, además, se encuentran libres –con precio cero– (Michael, 1991); en efecto estos planteamientos parten desde la perspectiva del marco convencional de la economía neoclásica.

De esta teoría neoclásica de sostenibilidad, al trasladarla hacia los usos del suelo urbano, incluso al interior mismo de los procesos de construcción de las ciudades se llega también a percibirse como tal. Es decir, se piensa que el territorio, los usos del suelo urbano y no, los ríos, lagos, bosques, etc., deben entrar en la dinámica del mercado, porque, como no tienen precios ni valor se les puede escindir de ellos para construir, incluso, sobre ellos mismos; sin embargo, los usos que se le da al modelo de construcción de ciudad funcional tiende más hacia esa dirección. Es decir, los recursos medioambientales, el territorio en sí, bosques y espacios destinados a otros fines y usos diferentes a la construcción, son incorporados en la dinámica propia del mercado.

Por otra parte la definición de “*sustentabilidad*”^{*} que plantea la economía neoclásica implica también la maximización de los beneficios netos del desarrollo económico, sujeto al mantenimiento de los servicios y la calidad de los recursos naturales a lo largo del tiempo. Donde el desarrollo económico se interpreta como un modelo amplio con cambio estructural de la economía incrementando ingresos reales de rentas per cápita (Pearse y Turner, 1995). Sin embargo, entre otros economistas plantean que de no ser sostenible el desarrollo la culpa podría ser del propio mercado y de un fenómeno generalizado e inevitable (por las leyes de la termodinámica).

1.8. Visiones de la ecología (economía ecológica)

La actual economía ecológica (a diferencia de la economía neoclásica) (Ver Figura 1-1) ve la economía humana inmersa en un ecosistema más amplio. La economía ecológica estudia (desde un enfoque reproductivo) las condiciones (sociales o de distribución de los patrimonios e ingresos, temporales, espaciales) para que la economía (que absorbe recursos y excreta residuos) encaje en los ecosistemas y; además, la economía ecológica ve al planeta tierra como un sistema abierto a la entrada de energía solar. Por otra parte, esta corriente argumenta que, la economía produce dos tipos de residuos: el calor disipado (por la Segunda Ley de la Termodinámica), y los residuos materiales, que mediante el reciclaje pueden volver a ser parcialmente utilizados, (Alier, 1994).

Desde los planteamientos de la economía ecológica tal como lo manifiestan sus seguidores plantean las siguientes propuestas:

- Con respecto al viejo concepto de crecimiento –crecimiento de transformación cuantitativa (*throughput growth*), basado en la utilización de caudales cada vez ingentes de energía y materias primas, es insostenible, por lo que deben cambiar y buscar de manera imaginativa de fines económicos a un uso menos intensivo de los recursos.
- Que se exija un concertado esfuerzo que remodele las preferencias de los consumidores, que cambie el rumbo de los deseos y nos dirija hacia

^{*} Este término se ha utilizado desde los años ochenta por parte del pensamiento ambiental: *sustentabilidad* y de forma más destacada en la *World Conservation Strategy* (Estrategia Mundial para la Conservación, IUCN, 1980). Existe a su vez una aceptación de sus conocimientos acumulados en las ciencias naturales a los procesos económicos. En el índice de utilización de materias y energía a través del sistema económico están sometidos a una limitación entrópica. Asimismo, los autores Pearse y Turner plantea que, *sustentar algo quiere decir hacer que dure, hacer que siga siendo y que dure*. Aproximándose a la definición de sostenibilidad.

actividades benignas para el medio ambiente, a la vez que se reducen los consumos productivos por unidad del producto final, incluido los servicios.

- Se requiere en consecuencia una aceleración del desarrollo tecnológico para reducir el contenido en recursos naturales de determinadas actividades económicas. Al tiempo se propone un aumento en las cargas fiscales sobre los procesos fabriles que más incidan sobre los recursos y sobre el medio ambiente (por ejemplo: tasas sobre las emisiones de dióxido de carbono o sobre la extracción de minerales), con la finalidad del surgimiento de nuevas tecnologías (Goodland, Daly, et. al., 1997).
- Otro de los aspectos a considerar en dirección a las mismas líneas anteriores es la tesis de Martínez Alier* desde la perspectiva del “coste externo marginal” que una vez puesto un límite a las emisiones contaminantes o a la producción *desde fuera de la economía*, será la manera de retroceder la contaminación a su límite sea a través de instrumentos económicos como impuestos pigouvianos, transacciones coasianas, mercados de permisos de contaminación con objetivos a menor coste.
- Sin embargo, el planteamiento de la misma escuela de la economía ecológica trasciende más allá de las otras, expresándose en los siguientes términos (aceptan como punto de partida): que la economía es un sistema abierto para estudiar cómo se interrelaciona la actividad económica con los ecosistemas y con los sistemas sociales y cómo se influyen de manera mutua. Asimismo, pretende comprender la posición del hombre en un mundo que está siendo simultáneamente creado y destruido por el hombre. En este sentido Federico Aguilera coincide con los estudios e investigaciones a los que ha llegado Naredo, al plantear que la economía ecológica se preocupa por:
 - a) La naturaleza física de los bienes a gestionar y la lógica que los envuelve.
 - b) Considerar desde la escasez objetiva hasta la renovabilidad de los recursos empleados.
 - c) Que existe la posibilidad de reciclaje de los residuos generados.
 - d) Cambiar no sólo el sistema de conocimiento sino también el propio sistema sobre el que razona para evitar el reduccionismo y la parcelación practicado por el sistema de conocimiento dominante (Aguilera, 1996).

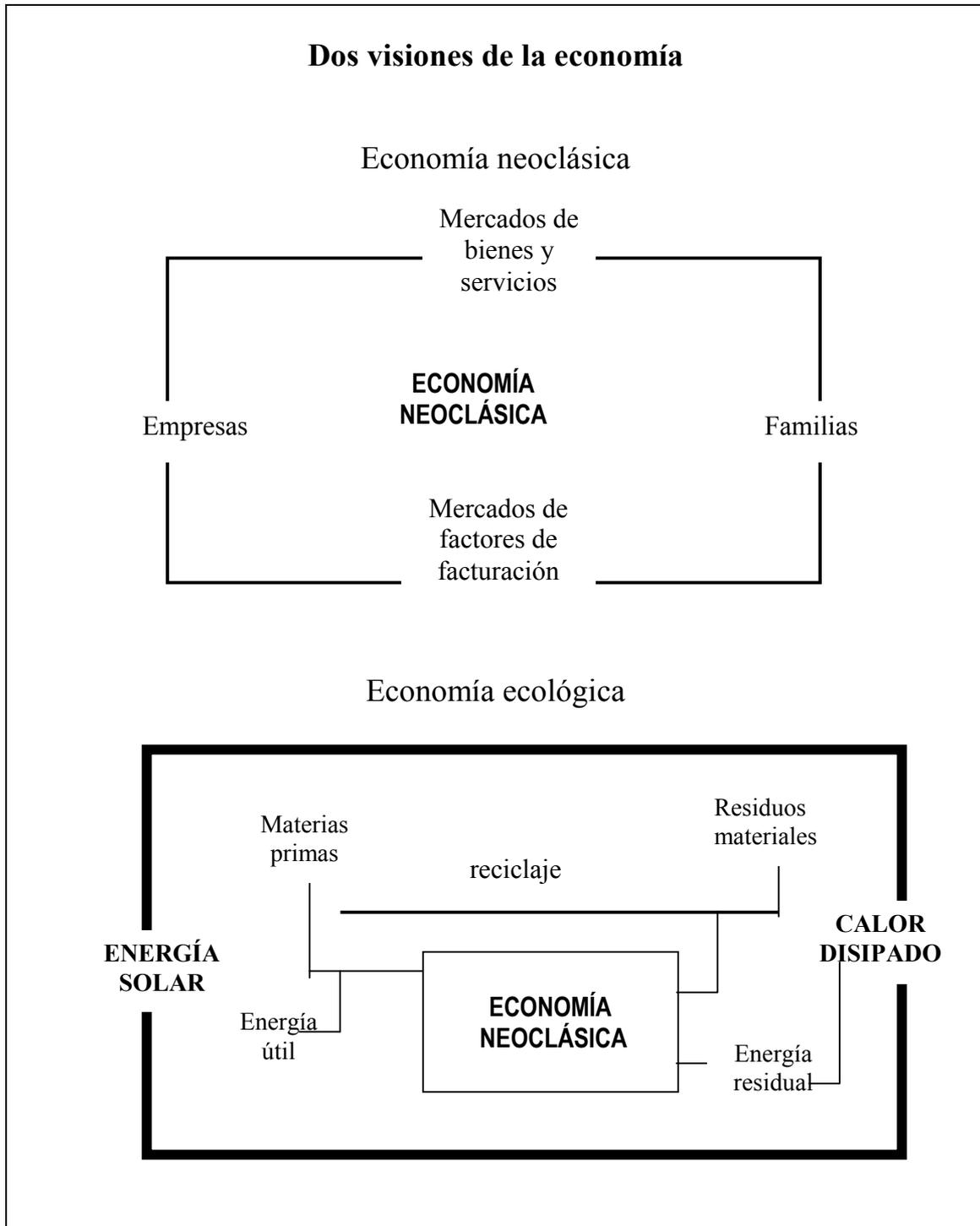
* El mismo autor defiende propuestas y se reclama de la escuela de pensamiento de la Economía Ecológica, entre ellos destaca: Kapp, Georgescu-Roegen, Daly, Naredo, entre otros.

Desde el punto de vista de la *ciudad sostenible* –siguiendo por supuesto a Naredo y a Rueda–, cabe hacer un razonamiento en función a los valores monetarios en el que el sistema se desenvuelve con las recomendaciones siguientes: conseguir una valoración adecuada del “capital natural” y hacer que la inversión en “capital natural” compense holgadamente el deterioro del mismo. Al tiempo que han planteado la *sostenibilidad débil* a aquella que aborda el tema desde la perspectiva monetaria propia de la economía estándar; y *sostenibilidad fuerte*, desde la perspectiva material propia de la ecología y las ciencias de la naturaleza a ella vinculada; ante estos dos ejemplos de sostenibilidad se plantean algunos objetivos que deben ir en paralelo para su posible cumplimiento:

- Que la meta que se persigue en el marco de la sostenibilidad se reorienta el comportamiento de las actuales conurbaciones hacia bases más sostenibles en el sentido fuerte y global.

- Reconvertir las conurbaciones actuales hacia la meta de sostenibilidad global, en tanto exige para que sea realizable, reavivar la conciencia colectiva, no sólo en lo local, sino también en lo global.

- La meta de la sostenibilidad global exige revisar, relajar y condicionar la presión que han venido ejerciendo las ciudades sobre el resto del territorio, transformando las relaciones de simple explotación y dominio ciudad-campo, en otras de mutua colaboración y respeto, planteado por Naredo y Rueda (1998).



Fuente: Martínez Alier... Op.cit. "De la economía ecológica a.. p. 42.

Figura 1-1. Dos visiones de la economía

Bibliografía

- A. Víctor, Peter (1989): Cap. XVI. “*La economía y el desafío de los problemas ambientales*”. En *Economía, ecología, ética. Ensayos hacia una economía en estado estacionario*. Herman E. Daly (compilador). Ed. Fondo de Cultura económica. México, D.F. 1989.
- Aguilera Klink, Federico (1996): “*La economía ecológica como un sistema diferente de conocimiento*” en WWW, “*Ciudades para un futuro más sostenible*”. Pamplona (España), 20-22 de noviembre de 1996.
- Bennett, H. Charles (1983): “*Demonios, motores y la segunda ley*”. En “*Libros de investigación y ciencia: Orden y caos*”. Ed. Prensa científica. Barcelona, 1983.
- E. Daly, Herman [compilador] (1989): “*Introducción a la economía en estado estacionario*”. Economía, ecología, ética. Ensayos hacia una economía en estado estacionario. Ed. Fondo Cultura Económica. México, D.F. 1989.
- *Educación ambiental para el desarrollo sostenible, 1997.*
- George, Suju M., Ram Babu, P. y Khanna P. (1997): “*Modelo de Red para el análisis de consecuencia en las propuestas de desarrollo*”; Journal of Urban Planning and Development. Dec. 1997; Vol. 123 N° 4.
- Goodland, Robert; Daly, Herman; El Serafy, Salah; Von Droste, Bernard: Editores (1997): “*Introducción*”, en “*Medio ambiente y desarrollo sostenible. Más allá del informe Brundtland*”. Ed. Trotta. Madrid, 1997.
- Jacobs, Michael (1991): “*La economía verde. Medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*”. Ed. Icaria, Madrid, 1991.
- Loeser, George (1993): “*Instrumentos de intervención: medidas fiscales y regulatorias, ecoimpuestos*”. En “*Energía para el mañana. Conferencia sobre ‘Energía y equidad para un mundo sostenible’*”. Asociación Ecológica de Defensa de la Naturaleza (AEDENAT). Los libros de la Catarata. Madrid, 1993.
- Martínez Alier, Joan (1994): “*De la economía ecológica al ecologismo popular*”. Cap. I “*La economía ecológica de Nicholas Georgescu-Roegen*”. Ed. Icaria, Barcelona, 1994.

- McGranahan, G., Songsore, Jacob and Kjellén, Marianne (1996): “*Sustainability, Poverty Urban Environmental Transitions*”. En “Sustainability, the environmental and Urbanization”. Ed. CEDNC PUGH, 1996. London.
- Migliorino, Gianni (1995): “*Italy’s Intermodal Alternative: The Sea Road*”; ISTEA and Intermodal. PLANNING. Concept practice. Special Report 240.
- Mitlin, Diana y Satterthwaite, David (1996): “*Sustainability, the environmental and urbanization*”. Ed. Cendric Pugh, 1996. London.
- Naredo José Manuel (1998 a): “*Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible*”. En ciudades más sostenibles, página WWW. 24-IV-98.
- Naredo, José Manuel y Rueda Salvador (1998 b): “*La ‘ciudad sostenible’: resumen y conclusiones*”. En ciudades más sostenibles, página WWW. 24-IV-98.
- National Academy Press (1997): “*Carbon dioxide buildup and motor vehicle transportation*” transportation on climate and ecology. Special report 251. Washington, D.C.
- Nino, Di Tony and Baetz, W. Brian (1996): “*Environmental Linkages Between Urban Form and Municipal Solid Waste Management Infrastructure*”. In Journal of Urban Planning and Development/September, New York. Vol. 122, N° 3, September, 1996. ASCE
- Pearse W., David, Kerry Turner, R. (1995): “*Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*”. Cap. 1 “*El desarrollo histórico de la economía del medio ambiente*”. Colegio de economistas de Madrid. Celeste Ediciones, Madrid, 1995.
- Rueda Palenzuela, Salvador (1995): “*Ecología urbana. Barcelona i la seva regió metropolitana com a referents*”. Apartado: 3.5.4. *Les ciutats compactes i diverses maximetzen la recuperació d’entropia en termes d’informació*. Ed. Beta. Barcelona, 1995.
- Rueda, Salvador (1998): “*Habitabilidad y calidad de vida*”. En ciudades más sostenibles, página WWW. 24-IV-98.
- S. Norgard, Jorgen (1993): “*Energía para el confort personal: opciones eficaces y límites*”. En “*Energía para el mañana. Conferencia sobre ‘Energía y equidad para un mundo sostenible’*”. Asociación Ecológica de Defensa de la Naturaleza (AEDE-NAT). Los libros de la Catarata. Madrid, 1993.

CAPÍTULO II

MODELOS DE SOSTENIBILIDAD

2. MODELOS DE SOSTENIBILIDAD

A partir de la idea de sostenibilidad y, en sus planteamientos sobre el desarrollo sin afectar a las generaciones futuras, se podría reconsiderar a la biosfera como un ejemplo de sistema para modelizarla. Asimismo, se lograría persuadir la tendencia y el comportamiento que ha de seguir de un modo globalmente sostenible. No obstante, si se toma en cuenta a la tierra como un sistema abierto en energía y cerrado en materiales, es decir, es más fácil convertir materiales en energía, que energía en materiales, con esa perspectiva provocaría que éstos últimos presentasen problemas para una gestión sostenible (Naredo, 1998). De ahí entonces, la necesidad de hacer un planteamiento más próximo a la sostenibilidad: preservar los recursos y los límites a que podrían llegar. Como una primera aproximación cuantitativa para calibrar la propuesta sería entonces con el apoyo de ensayos sobre modelos matemáticos más sostenibles. Propuesta que plantearemos en el capítulo IX.

Con base en el estudio que hemos desarrollado sobre las dos teorías antes analizadas, se puede extraer de ellas dos formas de comprender la sostenibilidad. Una tiende hacia un modelo más cercana a las ciencias humanas, que a su vez destaca por su reivindicación naturalista que enfatiza en la teoría de la física e incluso tiene un pensamiento más próximo a la perspectiva del método científico (esta corriente se le identifica como “ecologistas científicos”). Por otra parte, existe una segunda corriente ideológica que destaca más por la propuesta desarrollada desde la economía ecológica, a ésta podríamos llamar (la ecología humana). Esta escuela de pensamiento destaca también por apreciar desde los valores humanos hasta la armonía que podría establecerse entre hombre-naturaleza; al tiempo que sintetiza por enfatizar en la sostenibilidad del medio ambiente y establece un tipo de desarrollo basado en el “no-crecimiento” o en otros términos como el de un “estado estacionario”^{*} (Daly, 1989).

Con base en las definiciones generales que abordamos en el capítulo anterior, podríamos destacar algunas ideas que se pueden resumir y/o considerar como modelos de desarrollo para un tipo de crecimiento sostenible. Dentro de las diferentes definiciones creemos oportuno mencionar entre aquellas algunos modelos que han tenido significado a la hora de modelizar las transformaciones de materiales y energía, evitando el deterioro entrópico de la tierra.

Antes de partir a contextualizar algunos parámetros de los modelos de sostenibilidad, deseamos aclarar que, dentro de éstos modelos, los planteamientos económicos para el tratamiento de la sostenibilidad se deben a un proceso de desarrollo, basado en la explotación de los recursos naturales y su transformación para el consumo socialmente aceptado. Aunque existen modelos que no analizan las repercusiones a futuro, sin embargo, el modelo de sostenibilidad basado en el tipo de crecimiento cero, o de estado estacionario, incluso el del crecimiento del presente sin afectar a las generaciones futuras, estén dirigiendo a la priorización del capital natural. Sin dañar ni sobre explotar los recursos

^{*} Este término es utilizado por Daly bajo la siguiente perspectiva: el estado estacionario de la riqueza y población se mantiene por una entrada de materia-energía de baja entropía (merma) y una salida de igual magnitud de materia-energía de alta entropía (contaminación). Los acervos de riqueza y gente son, al igual que los organismos individuales, sistemas abiertos que se alimentan de baja entropía.

finitos de la tierra. No obstante, desde nuestro punto de vista, consideramos que los modelos sólo pueden describir una parte de la realidad. En consecuencia, especificar o, modelizar para aproximarnos a los verdaderos fenómenos actuales de contaminación será entonces la de precisar y aplicar un modelo basado en la experiencia. De ahí pues se harán las simulaciones para el concepto mismo de un paradigma de una realidad previa a sus variables que se obtienen con base en su cuantificación del objeto de estudio.

Si partimos de un recorrido de los modelos previos a la sostenibilidad, se debe más a un proceso teórico necesario y por cuestión de método de trabajo que, por hacer mención de la estructura y su trasfondo ideológico. En consecuencia, tratamos de ubicar como antecedente un modelo de crecimiento y/o desarrollo basado en la sobre explotación de los recursos naturales de forma ilimitada y; por otro lado, enmarcar el modelo sostenible que niegue a la que le precede en la actualidad. Mientras los modelos que, a nuestro juicio, han incidido en los diferentes campos de la investigación serán revisados para comprender de cerca sus virtudes y defectos.

Analizar los modelos que cuantifican la realidad actual, desde la perspectiva de tendencias de variables, ha de considerarse las más representativas dentro de un universo que se desea modelizar. Bermejo nos lo expone de la siguiente manera: a partir de estas variables se diseñan sistemas de ecuaciones que las interrelacionan, de forma que el modelo matemático representa lo mejor posible la realidad. En tanto que una vez establecido los parámetros se pueden simular los cambios, las magnitudes, direcciones y las velocidades. (Bermejo, 1994).

2.1. Modelo “cientificista”

Este planteamiento se basa en el modelo de desarrollo y de consumo energético que conduce a un modo inexorable a la profundización de las desigualdades y al agravamiento de los problemas ambientales. Entre los problemas que se pueden agudizar de continuar la tendencia actual de desarrollo basado en la explotación irracional de los recursos, podríamos mencionar algunas consecuencias: la acumulación irreversible de residuos radiactivos, el efecto invernadero y el subsiguiente calentamiento de la atmósfera, las lluvias ácidas, la contaminación atmosférica, la desertización, los destrozos de la minería de carbón a cielo abierto, etc. (AEDENAT, 1993). Hoy día estos fenómenos producidos por el tipo de crecimiento están basados en la sobre explotación de recursos no renovables; y desde la perspectiva urbana, el deterioro del ambiente en las grandes ciudades, la cada vez más agresiva de aquellas políticas de integración del suelo rural o agrario al proceso de urbanización y, como respuesta de estos fenómenos de crecimiento irracional metropolitano, el incontrolable consumo de energía y fragmentación y/o dispersión de asentamientos por todo el territorio.

Por otro lado, el modelo prevaleciente de desarrollo, sus instrumentos y conceptos que utiliza actualmente ya le resulta inadecuado para resolver los problemas planteados. Y estos conceptos e instrumentos derivan con frecuencia de los principios que contradicen las leyes mismas de la economía. Por ejemplo, la capacidad del mercado que no puede asignar recursos eficientes; los patrones de consumo maximizador de los individuos; la

cientificidad de sus postulados y de considerar los recursos como inagotables y regenerables por sí mismos, aunado a situarse por encima de planteamientos éticos, etc., redundan en un desarrollo que hoy en día ya es insostenible. En consecuencia, este modelo trata de crear un desarrollo sostenible sin renunciar al crecimiento ilimitado, resolviendo los problemas ambientales y de recursos mediante el reforzamiento de las leyes del mercado, lo que conduce a obtener beneficios en un corto tiempo posible; este modelo de creación de valor provoca al final la escasez (Bermejo, 1994). Aunado a las consecuencias que va en detrimento del capital natural, a su vez, deteriora aun más el ecosistema aumentando los perjuicios de forma global.

Este modelo y su aplicabilidad sobre el territorio, reflejan un crecimiento de manera “desordenada”*, un proceso “megalopolitano” sin forma ni delineado por una lógica que esté acorde con el crecimiento creativo e integrador, además, no supera los problemas generados por la insostenibilidad del tipo de crecimiento sin límites. Por el contrario se apoya en el abastecimiento de redes que facilitan el transporte horizontal de abastecimientos y residuos planteándose cada vez fuera de las concentraciones para difuminarse por todo el territorio. Por otro lado, incrementa el consumo ingente de materiales, energía e información que caracteriza a la civilización industrial (Naredo y Rueda, 1998). Lo que implica con esta forma de concebir el crecimiento, nos conduce hacia una mayor extracción e importación de recursos para abastecer la demanda de la ciudad “insaciable” contraria a la que consumía una sostenibilidad local o autónoma, y ésta es vencida por otra que mantiene un consumo neto de recursos foráneos a distancias cada vez mayores de materiales y energía.

Sin embargo, siguiendo el análisis que esboza Daly al referirse al tipo de crecimiento, para hacer una crítica al modelo neoclásico del crecimiento económico, que es donde se encuentra en parte la clave del problema, nos dice que “... *el crecimiento continuo de la capacidad (acervo) como del ingreso (flujo) es parte esencial del paradigma neoclásico de crecimiento. Más en un mundo finito el crecimiento continuo es imposible*”. Al mismo tiempo que distingue esta característica, vuelve nuevamente a plantear que, existe una manía del crecimiento típico de un modelo keynesiano-neoclásico (Daly, 1989), es decir, que las necesidades totales son cada vez más infinitas, al tiempo que se deben ir satisfaciendo, pero también la producción tiene un carácter ilimitado. Dentro de este esquema de pensamiento, resalta el hecho más o menos en función de ese crecimiento la tecnología, que debe jugar el papel importante para resolver los problemas inducidos por el propio crecimiento.

En tanto que otros de los autores que están en contra del modelo de crecimiento ilimitado, podríamos citar a Georgescu-Roegen, desde su planteamiento en el sentido de que “*La máxima cantidad de vida requiere la tasa mínima de agotamiento de los recursos naturales*”. Por tanto, demostrando la tendencia ya enunciada, nos apresta a insistir lo siguiente, al usar los recursos naturales con demasiada rapidez, el hombre desperdicia

* Al referimos aquí con el término “desordenada”, hacemos alusión lo que ya hemos analizado en los apartados mencionados, es decir, si bien aparenta un “desorden” la ciudad, no es la forma la que nos puede ocultar la esencia de las contradicciones de ella misma. Esto podría interpretarse como un “orden” dentro del desorden para convertirse en el proceso que ha seguido el crecimiento a lo largo de la historia; incluso tiene sus explicaciones, en parte, más en la expansión de la mancha urbana por asentamientos migratorios, aunado al crecimiento natural, que por la reubicación funcional que actualmente presenta. Sin ahondar más al respecto decimos que la expansión de la mancha urbana también tiene sus orígenes, entre otros fenómenos, tanto económicos como políticos y sociales. Pero, escapa de nuestras manos plantear o discutir esta manifestación del crecimiento desordenado en esta trabajo.

esa parte de energía solar que llega a la tierra. En consecuencia todo uso de recursos naturales que satisfaga necesidades no vitales significa una menor vida en el futuro (Georgescu-Roegen, 1971)*.

El modelo de crecimiento que se sigue hasta el momento ha dado sus resultados negativos. Según el Informe del Worldwatch, al destacar que, “*La creciente presión ejercida por los 244.000 millones de dólares de capitales privados que circularon de los países industriales a los países en desarrollo en 1996, gran parte de ese capital se está invirtiendo en industrias basadas en recursos naturales o muy contaminantes, mientras los países pobres se esfuerzan por desarrollarse de acuerdo con el modelo occidental*”. En el mismo sentido del cuestionamiento anterior, su preocupación también se dirige hacia un tipo de producción que no afecte más el estado actual de la tierra. Para este Informe, establece que en las próximas décadas habrá que hacer frente el paso de esos flujos de capital –la cantidad mencionada- a unas inversiones más sostenibles y en último término más productivos en sectores como energías renovables, agricultura regenerativa y fabricas de ciclo cerrado y emisiones cero (Informe del Worldwatch Institute, 1998).

En síntesis podemos mencionar que, desde el punto de vista de la corriente o del modelo cientificista, se basa en la las leyes científicas de la naturaleza. Toma como una instancia de desarrollo y de crecimiento el principio fundamental de la tecnología que proviene de las necesidades científicas; que a mayor tecnología mayor resolución de problemas; asimismo, en la sobre explotación de los recursos se basa por la abundancia y el pago de la contaminación que tienen los agentes el derecho de la propiedad, en tanto que por ser recursos naturales en un estado abierto y libre, para quienes los sustentan, su explotación es mediada por la ciencia y la tecnología. En definitiva, con base en las propuestas científicas se podría obtener estas ideas generales:

- En el mundo o desde el modelo de las ciencias físicas, la realidad permanece más o menos constante, o en otros términos, que no cambia, excepto en una escala temporal o evolutiva.
- Los cambios, la aceptación o rechazo de los modelos implicados en las revoluciones científicas, como en la evolución en las ciencias económicas, se dice que están vinculados a las nuevas tecnologías, que éstas en última instancia resolverán los problemas de producción y abastecimiento de recursos naturales.
- Con base en el mismo modelo que tiene sus fundamentos teóricos en la economía neoclásica, se sustenta ideológicamente en que: “*la economía ortodoxa pretende una cientificidad que la sitúe por cualquier sistema de valores*” (Bermejo, 1994, 219).
- Este modelo también se puede identificar de la siguiente manera, expresado por Manuel Medina, como un modelo de desarrollo sostenido que va ligado a la idea del desarrollo científico-

* El mismo Georgescu-Roegen (1980), plantea en su artículo sobre la Ley de la Entropía que: “... *el costo de cualquier actividad biológica o económica es siempre mayor que el producto. En ese sentido, cualquier actividad de esta clase conduce necesariamente a un déficit*”.

tecnológico como un proceso regido por una lógica inmanente de carácter determinista, (Medina, 1997). Según este determinismo tecnológico, las innovaciones se imponen por sí mismas de forma imparable.

- Una última consideración del modelo anterior es la de incrementar la producción. Potenciar el crecimiento, aumentando de esta manera el PIB, sin tomar en cuenta la distribución ni los problemas ambientales. Con base en este modelo de desarrollo socioeconómico sustentado en la filosofía del crecimiento a ultranza, termina al final con la simple obsesión del crecimiento por sí mismo, fruto del progreso técnico-científico, como se expresa en el punto anterior.

Esperamos que con la revisión bibliográfica rápida del modelo del “crecimiento indefinido” mezclado de cierta manera entre la economía ortodoxa y la científica, que a nuestro juicio también bautizado por otros como “cientificista”, estemos preparados para abordar el modelo de la economía ecológica o la humanizada en contraposición al anterior. Hemos hecho esta pequeña introducción debido a la importancia que reviste analizar los modelos en cuestión. Al tiempo que distingamos sus virtudes y deficiencias.

2.2. Modelo Basado en la Economía Ecológica

El modelo basado en los parámetros de la economía ecológica, está de acuerdo con el Informe Brundtland; en el sentido de que sus seguidores deberían hallar la forma de limitar, detener o incluso reducir el gasto de recursos y el impacto ambiental que acompaña la actividad económica. Para ello, Daly, plantea y describe la distinción entre crecimiento y desarrollo, que a nuestro juicio es de mucha importancia aclarar porque *es aquí* donde se encuentra el meollo del asunto. Consideramos precisar estos dos conceptos porque, dependiendo del tipo de crecimiento y del desarrollo la transformación de los recursos en energía así como su distribución y consumo estribará el modelo de sostenibilidad. Incluso para entender realmente el tipo de transformación que sufre el territorio hoy día: la expansión urbana, los cambios y usos del suelo urbano, la incorporación del suelo agrícola para las necesidades de la ciudad en expansión, la explotación de los pocos recursos que aun existen en el entorno metropolitano, etc.

Siguiendo uno de los teóricos de la corriente, ya por muchos conocido, Daly, propone que “*crecer*” significa aumentar de tamaño gracias a la asimilación o el crecimiento de materiales; mientras que para –él– “*desarrollo*”, significa llevar a cabo un despliegue de potencialidades, la actualización o realización para acceder a un estado más pleno, grande o mejor. Resumiendo, lo que crece –dice- se hace mayor cuantitativamente. Sin embargo, en términos del desarrollo, éste se convierte en algo cualitativamente mejor o, al menos diferente (Daly, 1997).

Al definirse crecimiento y desarrollo como partes de un mismo todo en función de elementos cuantitativos y cualitativos, lo que Daly prevé es un proceso que no puede estar separado, ni por la economía que busca parcializar y fragmentar más la realidad, ni por los ambientalistas que tratan de justificar el crecimiento desde el modelo cientificista de la explotación de los recursos de manera indefinida. Tomar en consideración la cualidad y cantidad de los recursos, incluso los renovables, para su explotación desde la perspectiva de la sostenibilidad, esto será el reto, y la búsqueda de un modelo que esté más acorde con la realidad de hoy. De ahí entonces, la necesidad de tomar en cuenta la unidad de los conceptos anteriores como piezas de un mismo todo dentro de la estrategia para modelizar la realidad.

En consecuencia es desde esa misma dinámica que el propio Daly propone la Economía en Estado Estacionario (EEE) y dice al respecto, ésta se define por cuatro características, (Daly, 1980):

1. Una población constante de organismo humanos.
2. Una población o un *acervo** de artefactos constantes (el capital exosomático o las extensiones del cuerpo humano).
3. Los niveles en que se mantienen constantes las dos poblaciones bastan para una vida placentera y pueden sostenerse en el largo plazo.
4. La tasa de procesamiento de materia y energía para mantener a los dos acervos se reduce al nivel más bajo posible. Para la población, esto significa que las tasas de natalidad sean iguales a las de mortalidad en niveles mínimos, a modo que las esperanzas de vida es alta. Para los artefactos, esto significa que la producción es igual a la depreciación en niveles ínfimos, de modo que los artefactos son duraderos y el agotamiento y la contaminación se mantienen en niveles pequeños.

Con base en los puntos anteriores, de los cuales al parecer son dos de ellos los que podríamos decir que se mantienen constantes: el acervo de organismos humanos y el acervo o inventario total de los artefactos. Por lo que el mismo Daly consciente de este modelo sugiere que debe ser un concepto a mediano plazo donde los acervos son constantes durante decenios o generaciones, no milenios o edades.

La puesta en práctica del modelo de desarrollo sostenible implica necesariamente una transformación estructural del sistema social en general, así lo plantea Jiménez Herrero (1996): sobre todo, en el sistema económico. Ya que dentro de los objetivos a considerar para invertir las tendencias actuales de insostenibilidad se incluyen los de ‘producir más y mejor con menos’ en lo que se refiere a la utilización de recursos y energía; mejorar la eficiencia de los procesos productivos (reciclado, reutilización); y de manera especial reformar la base tecnológica.

* A juicio de Daly el *Acervo* es el inventario total de los bienes de los productores y los consumidores y los cuerpos humanos; también se puede considerar como el conjunto de todas las cosas físicas capaces de satisfacer necesidades humanas y susceptibles de apropiación.

Sin embargo, el hecho de manejar un modelo que se vincula a una realidad, sobre todo, a la cual nos estamos refiriendo, tiene sus propósitos y reflexiones al replantear la idea que va en paralelo con aquel, y es el término de *paradigma ecológico*, propuesta hecha por Thomas S. Kuhn, retomado por Ramón Tamames en el sentido del “*conjunto de teorías compartido por una comunidad científica y que a la postre sería asumido por la gente en general*”, (Tamames, 1995, 237). Incluso, como resultado último de que el modelo debe tomar en cuenta, para este caso en el cual nos estamos refiriendo: sostenibilidad y ordenación del territorio, una trama general de progresiva planetización de los problemas y de sus soluciones.

Desde el mismo planteamiento anterior, cabe hacer una precisión cuando nos referimos al crecimiento en términos de los usos del territorio, a nuestro juicio debía de enfatizar entre otros elementos para considerar que son importantes para el aprovechamiento de los usos del suelo:

1. Tomar en cuenta un área o incluso una actividad concreta.
2. Plantear el objeto de reflexión y de análisis a la hora de hacer la cuantificación.
3. Paralelamente al anterior punto, relacionar la cualificación de los recursos y de los fenómenos posibles que surjan.
4. Hacia dónde debe dirigirse el potencial de crecimiento: la calidad misma del desarrollo.
5. Hacer que los recursos naturales no desaparezcan o no se degraden.
6. Que no disminuya el carácter renovable del futuro uso que hagan de ellos las generaciones venideras.
7. Mantener constantes los stocks de reservas naturales.
8. Cuantificar y cualificar el suelo urbano para las necesidades más inmediatas de la población; mantener siempre los recursos para satisfacer las necesidades del presente pero sin perjudicar a la demanda futura.

Sostener el modelo con la visión del desarrollo sostenible, y con base en la economía ecológica, incluso podemos decir que va más allá de los planteamientos técnico-económicos, que a su vez debe destacar el punto de vista humano, es decir, centrado en el hombre (el desarrollo orientado hacia las personas), en la calidad de vida, en el equilibrio entre necesidades y sus satisfactores y la participación democrática resultan aspectos cada vez más significativos (Herrero, 1996).

En otros términos siguiendo nuevamente a H. Daly, plantea que si la cantidad de los factores físicos es limitada por la ley de la conservación de la materia-energía, lo será también la producción física, (Daly, 1997). Qué quiere decir con esta idea, pues, que no

es admisible el tipo de crecimiento de manera cuantitativa en el proceso de la producción, sin embargo, sí lo puede ser en función de la mejora del aspecto cualitativo sobre los servicios como producto de las innovaciones tecnológicas. Resumiendo entonces que, el desarrollo como incremento del valor de la producción, pero sin crecimiento, con transformación física de manera constante, implicaría prever para las generaciones futuras.

Existe por otra parte, en referencia a lo expuesto, una crítica planteada desde la perspectiva de Martínez Alier al Informe Brundtland, al decir que éste informe “... sostiene que el crecimiento económico es, en general, bueno para la ecología. La ilusión del crecimiento económico continuado es alimentada por los ricos del mundo para tener a los pobres en paz. Por el contrario, -continúa más adelante- la idea correcta es que el crecimiento lleva el agotamiento de recursos (y a su otra cara: la contaminación) y eso perjudica a los pobres (Alier, 1994).

Lo que también nos induce a pensar de lo anterior y actuando de forma sostenible es que, el modelo económico actual basado en la explotación desmesurada de los recursos naturales crea un conflicto entre la destrucción de la naturaleza como producto primario, o sea, de las materias primas y al tratar de conservar los recursos, sobre todo, los no renovables. Son dos piezas que se encuentran inmersos dentro de la totalidad de los fenómenos del medio ambiente, pero que no se ha querido penetrar hacia sus orígenes más elementales, es decir, planteándolo como lo expresa Alier: este conflicto es también un conflicto entre la tecnología occidental y, del otro lado, el conocimiento indígena*. Para hacer referencia en nuestro caso comparativo de la ciudad de Puebla, intentamos aproximar el fenómeno a la escala de alguna de las ciudades mexicanas. No obstante, si bien dos instancias distantes en espacio y tiempo, Barcelona y Puebla, sí nos aproxima a comprender los problemas medio ambientales tanto de la primera como de la segunda área metropolitana.

Las ideas anteriores también están implícitas en el modelo económico o más bien sobre el desarrollo sostenible de la economía ecológica; también podemos mencionar la sustentabilidad en el territorio, concretamente en lo que se refiere a los cambios y usos del suelo urbano. En primer lugar la forma en la cual se expresan los niveles espaciales o escalas, como lo plantean en el ámbito agrario y sus repercusiones en el ámbito urbano, A. Paniagua y E. Moyano; pero, para nuestro caso de estudio, enfocado más al suelo urbano y al territorio en proceso de urbanización. En segundo lugar, las interrelaciones que tiene el espacio físico con el sistema de ciudades, y la tendencia hacia metas de sustentabilidad, (Paniagua y Moyano, 1998).

Por ejemplo, podríamos destacar lo que surgiría en el marco anterior, unos niveles o escalas para analizar la sustentabilidad en el suelo urbanizado: 1) al nivel de la apropiación de los espacios para urbanizar la ciudad; 2) al nivel de la comunidad que se relaciona entre sí y determina el tipo de desarrollo urbano; 3) al nivel de los espacios de ocio para parques y jardines donde los efectos de la contaminación se marcan; 4) a los niveles de comunidades entre ellas y la región donde se encuentran y; 5) al nivel del sistema de ciudades y las comunidades. Estas interrelaciones entre los cinco puntos entran en el proceso para diagnosticar el desarrollo sostenible. Asimismo, existen más

* Martínez Alier (1994), refiere su análisis al destacar el supuesto origen de las sociedades más contaminadoras. Y pone el ejemplo de las comunidades indígenas del América Latina y las occidentales. Véase su libro: “*De la economía ecológica al ecologismo popular*”.

posibilidades de llegar acuerdos entre los diferentes agentes para fijar criterios de evaluación, de comportamientos sostenibles y de criterios de habitabilidad. Sin embargo, para retomar ésta última, desde la idea de Fernando Parra, se percibe un incremento de parámetros deseables en una práctica que mejora la habitabilidad, a su vez, que sea sustentable para que no se transfiera la degradación o los inconvenientes subsanados a otros territorios, (Parra, 1998).

Después de analizar las propuestas planteadas por el modelo de economía ecológica y su proyecto de desarrollo sostenible, sólo nos queda mencionar algunas ideas que, desde la siguiente perspectiva, nos tienden un puente para reconsiderar la integración entre la actividad económica y el sistema natural, cumpliendo cuando menos los siguientes puntos (Bermejo, 1994):

1. Reflejar de alguna manera la estructura económica entera y describir el sistema natural.
2. En el caso de modelos regionales, se deben reflejar los flujos transfronterizos, los factores externos, etc., que determinan la necesidad de diseñar modelos suprarregionales.
3. Incluir los impactos que las actividades de producción y de consumo originan en el sistema natural.
4. Reflejar los cambios cualitativos del sistema natural (procesos irreversibles, umbrales, etc.).
5. Incluir las limitaciones que impone el sistema natural. Las leyes de la termodinámica, por ejemplo, deben ser respetadas.

Estos requisitos, en términos generales, pueden constituir una herramienta que permitirá tener idea aproximada de las repercusiones futuras en el medio natural, de la actividad económica y servirá para proporcionar más elementos a la hora de plantear alternativas de actuación.

En síntesis, estas ideas centrales de la economía ecológica, con base en los planteamientos anteriores, serían:

- a) Al explotar un recurso natural, es necesario definir no sólo los límites globales, sino también el tipo de rendimiento tanto cualitativo como cuantitativo, de manera que no afecte el ecosistema vigente. Planteamiento hecho por el modelo y aceptada por las diferentes escuelas de pensamiento que coinciden con el desarrollo basado en el modelo del “crecimiento cero”.
- b) En función de los límites máximos de desarrollo global, toma en cuenta la disponibilidad de los recursos energéticos, se valora la forma de su utilización, el volumen de explotación y la capacidad de la biosfera para absorber los subproductos o residuos.

- c) Para conservar la naturaleza, destaca el modelo de la economía ecológica en contraposición a las escuelas “cientificistas” y “neoclásicas”, que debe existir necesariamente y, dependiendo del consumo del futuro, de un stock de capital natural y en paralelo -de manera imprescindible- su conservación, es la condición fundamental para llegar al Desarrollo Sostenible.
- d) Al tiempo que sucede y destaca la condición anterior, se dice que el modelo de la economía ecológica usa los recursos renovables (agua, pesca, leña, bosque, sierras y montañas, etc.) partiendo de un ritmo que no exceda su explotación o límites permitidos de existencia, además, no ponga en peligro las futuras generaciones que tendrán que vivir de lo que hoy sea un uso racional y no dañar el medio ambiente. Por tanto, este modelo conserva la diversidad biológica tanto silvestre como agrícola y por supuesto el buen uso del suelo urbano para las grandes y pequeñas ciudades.
- e) Por otra parte, algunos autores señalan que el modelo es más flexible y se enmarca dentro de una economía que genera residuos (como todo proceso económico en la transformación de la producción), sin embargo, esta generación de desechos sólo se presenta en la medida y cantidad que el ecosistema los pueda asimilar o reciclar.
- f) Y una última consideración es lo que plantea C. Tisdell: Por lo menos uno debe estar en una posición para rechazar mecanismos socioeconómicos que son demostrablemente más costosos que otros, logrando las mismas metas de conservación de naturaleza, (Tisdell, 1999). También financiando la dirección de la naturaleza y las áreas protegidas lo que involucra muchas preguntas económicas en sí mismas, puede verse que la economía relaciona a este asunto de varios puntos de vista diferentes

Entre las conclusiones de este apartado podemos mencionar, por ejemplo: coincidiendo en los términos de Paul y Anne, Ehrlich, “el escenario de “manía por el crecimiento” es el que presenta el paradigma social dominante, cuyo supuesto fundamental es que el camino tomado por la civilización occidental en el siglo pasado, y sobre todo en los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial, conduce a la Utopía. “*La continuación del crecimiento económico creará un paraíso terrenal*”, (Paul y Ehrlich, 1989). Sin embargo, por el lado opuesto a este modelo, se plantea que una sociedad puede llegar hacia una Economía en Estado Estacionario (EEE), al minimizar el transumo* material al limitar el agotamiento de los recursos (con lo que automáticamente se reduce la contami-

* Retomando la idea central del propio Daly (1980: 335), el *transumo* (o procesamiento) es el flujo físico entrópico de materia y energía proveniente de fuentes naturales que pasa por la economía humana y regresa a los resúmenes de la naturaleza; el transumo es necesario para mantener y renovar los acervos constantes. Para ello se basa de una ecuación definida por tres magnitudes: acervo, servicio y transumo. Donde servicio es la satisfacción experimentada cuando se satisfacen las necesidades, o el “ingreso psíquico”. El acervo brinda el servicio. Y la relación queda de la siguiente manera:

$$\frac{\text{servicio}}{\text{transumo}} = \frac{\text{servicio}}{\text{acervo}} \times \frac{\text{acervo}}{\text{transumo}}$$

De aquí el material útil original que no puede producir el hombre y que requiere para prestar un servicio es la materia-energía de baja entropía, es decir, el transumo. Éste, sin embargo, no puede brindar directamente el servicio; primero se debe acumular en un acervo de artefactos, que es el que brinda directamente el servicio. En suma podemos decir que los acervos que se mantienen en este proceso brindan servicio, a su vez requieren nuevamente de transumo para su mantenimiento.

nación), se maximiza la calidad de los acervos del capital, y se hace relativamente equitativa la distribución de la riqueza. Asimismo depende fundamentalmente de las fuentes de energía renovables, como la solar, la eólica y la hidroeléctrica.

Por último cabe destacar que, al interior de este modelo permanecen dos corrientes que las especifican aun más, y de vez en cuando, se contraponen o llegan incluso a coincidir con el modelo anterior (cientificista). Las variables se encuentran entre los llamados “humanistas” y “científicas”. La primera se ubica del lado de los valores humanos y recurre a la autoridad de la ética teórica para la defensa de su propuesta. Mientras que la otra, recurre a la autoridad de la ciencia para avalar el modelo y destaca una regulación científica del desarrollo; y para alcanzar un desarrollo sostenible, éste, más que conformarse a las leyes de mercado, tendría que tener en cuenta determinadas leyes de la naturaleza. Según esta interpretación, a la ecología le corresponde el flujo de energía, mientras que los análisis económicos se centran en el flujo de energía; según esta visión del desarrollo defiende que, la estructura básica del proceso económico es entrópica, y la ley de entropía rige sobre este proceso y su evolución. Al igual que el modelo “cientificista” la autoridad que se presenta aquí como aval no es otra que la de las teorías científicas, sobre todo, cuando se recurre a las ciencias naturales (Medina, 1997).

A nuestro juicio para terminar con esta exposición del modelo, se puede concebir que la EEE mantiene un comportamiento distinto frente a cada una de estas tres magnitudes básicas:

1. Es necesario satisfacer el acervo, mantenerlo en un nivel suficiente para una vida abundante que disfrutará la generación actual y deseando ecológicamente más sostenible para la generación futura.
2. Siguiendo los mismos parámetros anteriores, debe maximizarse el servicio, y
3. Así como se maximiza el servicio también debe hacerse con el transumo.

En términos del *crecimiento* podría sintetizarse de la siguiente manera. El crecimiento se referiría al aumento del servicio que resulta de un incremento del acervo y el transumo manteniéndose constantes las eficiencias de (acervo/transumo). Por otra parte el *desarrollo* se refiere al aumento del acervo y del transumo, siempre y cuando se mantenga constante el acervo (es decir, un aumento del servicio mientras se mantiene constante el transumo), conbase en esta perspectiva se dice que un EEE se desarrolla pero no crece. (Daly, 1971, 1977 y 1979: 334-338).

2.3. Modelo de la Agenda 21

En el marco de los paradigmas expuestos y con base en las diferentes escuelas de pensamiento esbozadas de forma sucinta, se harán las comparaciones entre los mismos modelos; en consecuencia para terminar con los modelos más representativos plantearemos la propuesta de las Naciones Unidas. Se ha de tomar en cuenta que el 22 de di-

ciembre de 1989 en su reunión plenaria número 85 se convocó a una Conferencia de la Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) en Río de Janeiro, Brasil, con la intención de discutir el proceso de un desarrollo sostenible y que los países que participaron tomaran en consideración.

Se discutió sobre el deterioro del medio ambiente y la falta de un desarrollo adecuado en los países en desarrollo. Se dijo también que, de continuar con esta tendencia de crecimiento, estará en peligro la calidad de vida en la tierra y podría llegar hacia una catástrofe ecológica y económica en perjuicio de la humanidad. El debate giró en torno al actual modelo insostenible, de las formas de consumo y de los procesos productivos concretamente en los países más industrializados.

Entre los resultados que se obtuvieron en la Conferencia fue la Agenda 21. Ésta ha sido desde el punto de vista de la sostenibilidad más importante como acción a destacar, y, además, dentro de este proceso surgió un plan de acción que tendría que ser aplicado durante los finales de los 90's y hasta principios del siglo XXI. Asimismo, tomar en cuenta que con base en unas estrategias y un programa de medidas integradas para detener e invertir en los efectos de la degradación ambiental, promover un desarrollo compatible con el medio ambiente y sean sostenible para todo los países, asegurará el repartimiento de los medios esenciales que garanticen un futuro viable y sostenible (Guía de l'Agenda 21. L'Aliança Global per al Medi Ambient i el Desenvolupament, 1993).

En ese sentido la Agenda 21 se basa en la premisa de que el desarrollo sostenible no es sólo una opción, sino un imperativo, tanto en términos ambientales como económicos, aunque la transición para llegar hacia un desarrollo sostenible es muy difícil pero puede ser factible. Además, requiere de grandes cambios en las políticas y prioridades de los gobiernos y de las personas para lograr la integración plena en la dimensión ambiental dentro de las políticas económicas con presencia en todos los niveles nacionales e internacionales. Es decir, que la Agenda 21 constituye un anteproyecto para la acción en todas las áreas relacionadas con el desarrollo sostenible; exige cambios basados en una nueva comprensión de impactos en el comportamiento humano sobre le medio ambiente.

Con base en los resultados de la Cumbre de la Tierra, de alguna manera, se vieron plasmados en la Agenda 21 cuatro secciones (Los documentos de Río, Ministerio de Medio Ambiente, 1997):

- ◆ Dimensiones sociales y económicas.
- ◆ Conservación y Gestión de los Recursos para el Desarrollo.
- ◆ Fortalecimiento de los grupos principales.
- ◆ Medios de ejecución.

Siguiendo con las *Dimensiones sociales y económicas*, destaca que, el concepto actual de crecimiento económico tiene que ser considerado por todos los países firmantes y pone de manifiesto la necesidad de crear conceptos nuevos de riquezas y prosperidad,

que permitan mejorar los niveles de bienestar mediante el cambio de los estilos de vida, que dependan menos de los recursos finitos de la tierra y estén más en armonía con la capacidad de ésta.

Para la *conservación y Gestión de los recursos*, plantea el perfeccionamiento de la base científica, la promoción del desarrollo sostenible en cuanto a energía, transporte, desarrollo industrial, desarrollo de los recursos terrestres, atacar los índices de ozono y la contaminación atmosférica transfronteriza. Por otra parte, destaca que la Planificación y ordenación de los recursos es imprescindible para su conservación y guarda estrecha relación con muchas de las otras áreas más específicas de la Agenda, entre ellas la lucha contra la deforestación.

Con respecto al *fortalecimiento de los grupos principales*, en concreto, sobre medio ambiente y desarrollo, se reconoce como requisito fundamental la amplia participación pública en la adopción de decisiones; asimismo, promover la participación social en apoyo de esfuerzos comunes. Entre las que podríamos destacar serían, medidas a favor de la mujer; la participación de la infancia y la juventud y; el fortalecimiento de las poblaciones indígenas. Para ello se tomará en cuenta las iniciativas de las autoridades locales en apoyo al programa 21.

Por último sobre *los Medios de ejecución*, se tratarán a lo largo de todas las actividades que se proponen en la Agenda 21; así como, aspectos importantes que traten los recursos y mecanismos de financiación. Ésta financiación y su ejecución del Programa 21 procederá de los sectores públicos y privados. Se debe utilizar también mecanismos y fuentes disponibles, como los bancos y fondos multilaterales de desarrollo, organizaciones internacionales y los programas de asistencia bilateral.

Sin embargo, desde la perspectiva de la “*cooperación internacional para acelerar el desarrollo sostenible de los países en desarrollo y políticas internas conexas*”, éste modelo de la Agenda 21 que parte del propio Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: (Río de Janeiro, 3 a 14 de junio de 1992), plantea asimismo que la economía internacional debería ofrecer un clima internacional propicio para lograr los objetivos en la esfera del medio ambiente y el desarrollo, en las formas siguientes:

- a) Fomentando el desarrollo sostenible mediante la liberalización del comercio;
- b) Logrando que el comercio y el medio ambiente se apoyen mutuamente;
- c) Proporcionando recursos financieros suficientes a los países en desarrollo y haciendo frente a la cuestión de la deuda internacional;
- d) Alentando la adopción de políticas macroeconómicas favorables al medio ambiente y el desarrollo.

Elementos que a nuestro juicio coinciden en parte con el modelo de la economía ortodoxa. Pero, desde la perspectiva de un desarrollo sostenible que se base en la liberación del comercio, donde la producción esté delimitada por la demanda de los productos y de ésta misma es ya conocida que ejerce una sobre explotación de los recursos, la tendencia de crecimiento y el modelo basado en los mismos parámetros de crecimiento no nos pueden conducir más que al modelo que antes se criticaba por parte de los defensores de un desarrollo más sostenible: la agudización del cambio climático, el deterioro ambiental, el incremento de los residuos, la contaminación del aire, agua, etc., en tanto que como consecuencia de una liberación comercial suponemos que redundaría en los mismos males y en perjuicios de la humanidad sino se modifican los parámetros y patrones de consumo.

La misma Agenda 21 plantea que para lograr un desarrollo sostenible los países deben tomar en cuenta que, “... *la experiencia ha demostrado que el desarrollo sostenible exige el compromiso con una gestión y unas políticas económicas racionales, una administración pública eficaz y previsible, la integración de las cuestiones ambientales en el proceso de adopción de decisiones y el avance hacia un gobierno democrático, a la luz de las condiciones concretas de cada país, que permitan una plena participación de todas las partes interesadas...*” (Informe de la Naciones Unidas, sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1992, 8).

Como una estrategia del consumo y para reconsiderar de manera sostenible, la Agenda plantea que, “*la pobreza y la degradación del medio ambiente están estrechamente interrelacionadas. Si bien la pobreza provoca ciertos tipos de tensión ambiental, las principales causas de que continúe deteriorándose el medio ambiente mundial son las modalidades insostenibles de consumo y producción, particularmente en los países industrializados, que son motivo de grave preocupación y que agravan la pobreza y los desequilibrios*”. Ya hemos planteado esta idea en líneas arriba, sobre todo, el proceso de producción y en los parámetros de consumo de los países industrializados. Por lo que sí preocupa un modelo de consumo basado en las leyes del mercado que utiliza un ingente consumo ilimitado de recursos para la producción. Naturalmente que, la tendencia y la estrategia de la Agenda 21 son disminuir o en su defecto contrarrestar el modelo actual de crecimiento.

Desde la perspectiva anterior y siguiendo el planteamiento de la Agenda, se destaca que en las políticas económicas de los países y las relaciones económicas internacionales son en gran medida pertinente al desarrollo sostenible. Asimismo se propone la reactivación y la aceleración del desarrollo que requiere un ambiente económico internacional dinámico y propicio. Sin embargo, destaca, que si la ausencia de cualquiera de esos requisitos pudiese frustrar el proceso de desarrollo. De ahí entonces sea imperativo un ambiente económico externo propicio e imprescindible. Por lo que se desglosa de ella misma que, el proceso de desarrollo no cobrará impulso si la economía mundial carece de dinamismo y estabilidad y se caracteriza por la incertidumbre. Mientras que de continuar con los problemas que acontecen en los países en desarrollo, por ejemplo, arrastren el lastre del endeudamiento externo y si la financiación para el desarrollo es insuficiente, entonces las intenciones o la aplicación de esas políticas y el desarrollo sostenible se postergará.

En el plano de la ordenación del territorio, podríamos destacar otras de las preocupaciones de la Agenda 21, y es sobre la gestión de los núcleos de población. Plantea evitar los riegos, como por ejemplo: *colapso de servicios urbanos, extensión de suburbios*

pobres y deterioro social, etc.; por otro lado, eleve la calidad de vida de la población, con base en algunos de los servicios esenciales como pueden ser el abastecimiento de agua, de la energía, del transporte, en consecuencia, reducir los problemas de la contaminación urbana y del crecimiento cuantitativo de residuos sólidos y aguas residuales*. Buscando en última instancia el desarrollo más sostenible.

Los lineamientos que propone la Agenda 21 para los asentamientos humanos desde la gestión de los recursos del suelo, especialmente para los países en desarrollo, han de desarrollar planes y políticas de gestión para los usos adecuado de la gestión de los recursos del suelo: industria, vivienda, comercio, agricultura, espacios abiertos y tomar en cuenta los costos del crecimiento del suelo urbano. Pero, en paralelo con la propuesta mencionada, se debe proveer de una infraestructura ambiental adecuada: agua, saneamiento, gestión de residuos sólidos, entre otros servicios elementales; en todos los núcleos de población se debe tomar en cuenta para la protección ambiental, el incremento de la productividad, una mejor salud y la disminución de la pobreza.

Planteamos dos esquemas (Cuadros II. 1 y II. 2) de la propuesta de la Agenda 21:

Un primer cuadro sobre las acciones prioritarias y los medios esenciales de actuación. En el segundo cuadro se plantea sobre las conexiones transsectoriales que se consideran para llevar a la práctica el crecimiento desde criterios de sostenibilidad.

En resumen ahora podríamos plantear algunos puntos esenciales y generales del modelo de la Agenda 21:

1. Plantea la lucha de un mundo justo, erradicar la pobreza que está dentro de sus objetivos prioritarios, con base en un modelo de consumo basado en la sostenibilidad con el medio ambiente.
2. Se preocupa por la minimización de los residuos sólidos, por ejemplo, de la escala industrial y municipal, con propuestas de reciclaje, reutilización y tratamientos de residuos no peligrosos.
3. Con respecto al crecimiento económico, se debe utilizar un modelo más eficiente de los recursos basado en la producción de energía y consumo priorizando la eficiencia y desde proyectos con unos sistemas energéticos ambientalmente limpios, sobre todo, los renovables.

* Aquí la Agenda 21 enfatiza que en muchas ciudades, el medio ambiente general se encuentra terriblemente contaminado y que la salud de centenares de millones de personas se reciente severamente. Muchos países sufren altos niveles de contaminación en áreas urbanas a causa de planta de producción de energía, actividades industriales y sistemas de transportes. Asimismo, que las ciudades del mundo industrializado son también centros de presión ambiental creciente: contaminación del aire, infraestructura en deterioro, déficit de vivienda, congestión de tránsito,... pero, también han producido un nuevo equilibrio entre las áreas centrales y la periferia revitalizando la calidad de vida urbana.

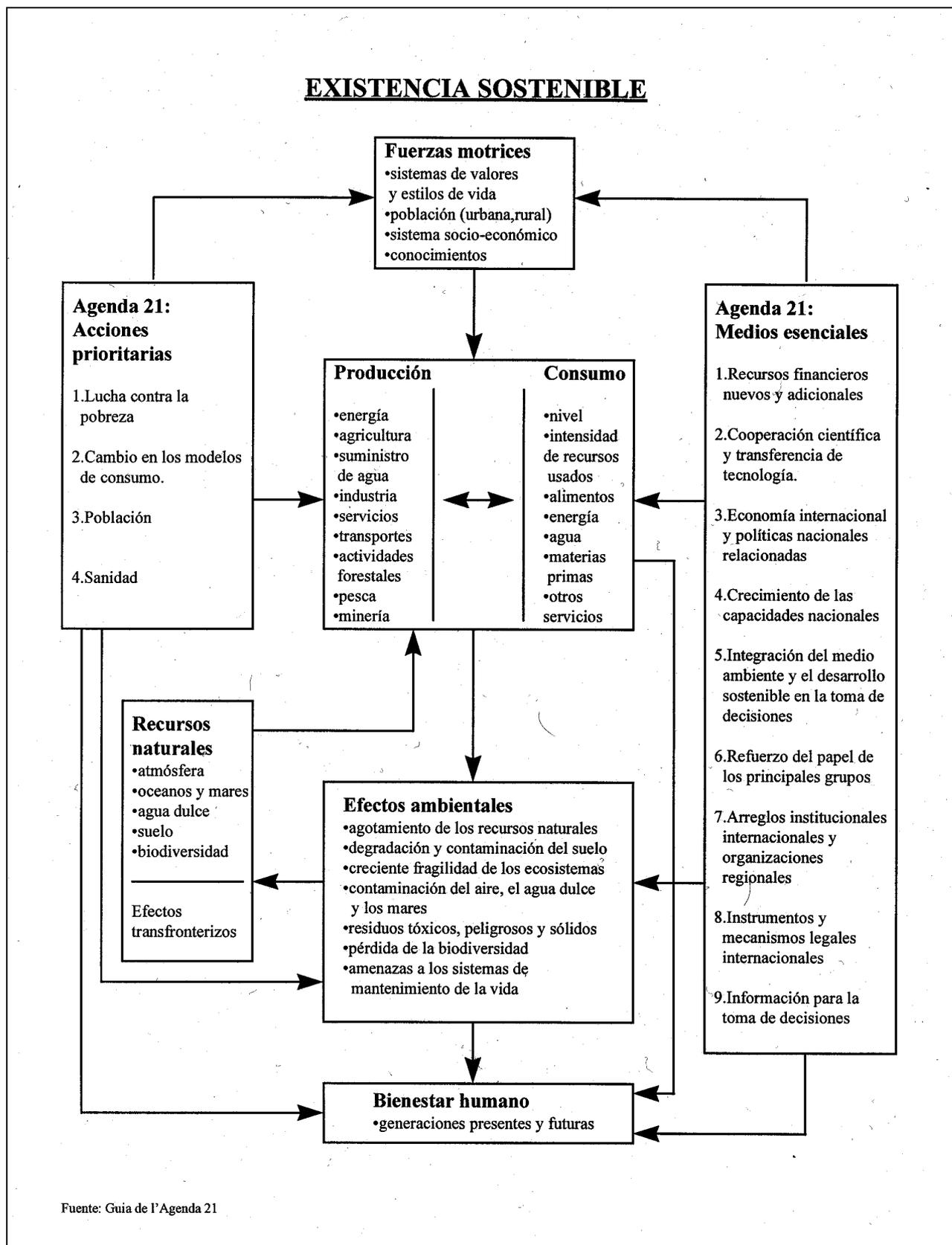
4. Con relación a la cuestión del territorio, se preocupa por la degradación física y ecológica de las áreas costeras, de los problemas ambientales y deterioro ecológico en las áreas urbanas, el crecimiento de las poblaciones y de las actividades económicas.
5. Mejorar, por otra parte, la prevención, planificación y gestión de las áreas propensas a desastres naturales; por lo que exige una serie de medidas para crear conciencia pública, guías para la constitución de industrias peligrosas y mejoras tecnológicas de la construcción.
6. Otro de los temas a destacar en este resumen general del modelo es el de la participación y responsabilidad de las personas que constituyen la base del tema final de la Agenda 21: un mundo de y para las personas. En este sentido se pretende fortalecer el papel fundamental de la educación, la conciencia pública y la transparencia en la toma de decisiones de los gobiernos y mayor contribución para todos los grupos de la sociedad, en suma mayor democracia.
7. El programa enfatiza y hace esfuerzos por incidir en los diferentes niveles de toma de decisiones: en lo nacional, regional y global para ofrecer el soporte necesario para la investigación y el desarrollo. Concretamente fomentar conciencia pública sobre los beneficios y riesgos de la biotecnología; crear un clima favorable para las inversiones, la capacidad industrial; intercambios internacionales de científicos; mantener los métodos y conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas.

Cuadro II.1. Propuesta de la Agenda 21.



Fuente: Guía de l'Agenda 21

Cuadro II.2. Existencia sostenible.



2.4. Modelo del V Programa

Tiene su origen en cuatro programas anteriores (Villamil y Maties, 1998). Con base en el Tratado Constitutivo de las Comunidades Europeas (T.C.C.E.), y concretamente en su artículo segundo plantea “... *promover un desarrollo armonioso de las actividades económicas en el conjunto de la Comunidad...*” Sin embargo, los antecedentes que impulsan a tomar conciencia sobre la cuestión ambiental destaca en la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, junio de 1972, donde incluye a todos los países independientemente si son desarrollados o no para disfrutar de un medio ambiente sano.

Es hasta el 22 de noviembre de 1972, el Consejo aprueba el primer Programa del Medio Ambiente, allí se especifica sobre el *desarrollo armonioso de las actividades económicas* que no puede concebirse sin mejorar la calidad de vida y la protección del medio ambiente. Con base en los antecedentes pormenorizados del modelo y haciendo un repaso sobre los puntos más importantes que preceden al quinto programa, podríamos resumir lo más importante de la siguiente manera:

Del primer programa.

- a) Se establece una política económica relacionada con dos fines: el *desarrollo económico y la preservación del medio ambiente*.
- a) En los aspectos sectoriales las políticas tienden hacia lo industrial y energética, aunado a la del medio ambiente, debido a los efectos externos de contaminación.
- b) Con base en el principio de “quien contamina paga”, comienza a ocupar un lugar importante en la política preventiva de la C.E.E.

Del segundo programa.

- a) Se plantean dos objetivos que van en paralelo. Entre los objetivos de política económica como el desarrollo económico y la conservación del medio ambiente.
- b) Con base en la política económica, enfatiza en el pleno empleo.
- c) Define los efectos microeconómicos para preservar el medio ambiente, así como los que ejercen sobre los costes y la competitividad empresarial cuando hay una legislación medio ambiental.

- d) Plantea necesariamente que los países de la Comunidad cooperen para eliminar o disminuir la contaminación fronteriza.

Del tercer programa.

- a) Con respecto al objetivo de conservación del medio ambiente se le asigna un carácter de complementariedad con otros objetivos de política económica: pleno empleo, estabilidad de precios y el equilibrio de la balanza de pagos.
- b) Por otro lado se estimula a la industria para que use, racionalmente, a los recursos naturales, sobre todo a los de carácter no renovable, en sus procesos productivos.
- c) Existe la cooperación entre los países en desarrollo, no en la compatibilidad de objetivos entre el desarrollo económico y la conservación del medio ambiente sino resolver problemas como la lucha contra la desertización, la gestión de las aguas, etc.

Del cuarto programa.

- a) Política de protección del medio ambiente en los lineamientos de la política económica.
- b) Existe una conexión entre los fines de conservación del medio ambiente, crecimiento económico y pleno empleo.
- c) Apoyo a la creación de infraestructura adecuada, para aplicar y desarrollar política medio ambiental comunitaria, tras el Tratado Constitutivo de la C.E.E. del Título VII, del llamado Medio Ambiente.

El Quinto Programa de Medio Ambiente.

El Quinto Programa (1993-2000), introducen modificaciones muy importantes, respecto a los cuatro anteriores. Estos cambios influyen de manera acertada en la estrategia medioambiental comunitaria. De estos se pueden plantear los más sobresalientes:

- I. Parte de una vigencia que iniciaría a partir de 1993 para terminar en el año 2000.
- II. Asume una nueva estrategia favorable para el medio ambiente y el desarrollo sostenible; asimismo, destaca que es imperativo conservar los recursos no renovables; aunque en algunos casos podría obligar a introdu-

cir cambios en las pautas de consumo y en la forma de vida, pese a que se limita por su carácter preventivo y de acción cautelar.

III. Este quinto programa elabora una estrategia medioambiental con una serie de situaciones ecológica preocupantes, planteadas por el Estado del Medio Ambiente en la CE:

- a) Contaminación atmosférica (problemas relacionados con los gases invernadero: dióxido de carbono, ozono y metano).
- b) Problemática de la calidad atmosférica en zonas urbanas.
- c) Contaminación acuática: contaminación provocada por la agricultura.
- d) Aumento en la *eutrofización** (Villamil y Maties, 1998), de las aguas marinas y continentales. La presencia de residuos y vertidos radiactivos se hace patente en la región mediterránea, Mar del Norte y Báltico.
- e) Degradación del suelo: debido al uso excesivo y falta de control en la utilización de fertilizantes químicos (plaguicidas y herbicidas, etc., que ocasionan la degradación y la acidificación, desertización y erosión del suelo.
- f) Conservación de la naturaleza: existe una preocupación para la conservación, como podrían ser las siguientes:
 1. Algunas especies de fauna y flora están amenazadas así como su hábitat.
 2. La agricultura intensiva ha incidido negativamente sobre la diversidad biológica.
 3. El proceso productivo que junto al desarrollo económico producen deterioro tanto en el territorio como en el litoral.
 4. Incendios forestales.

* Se entiende por *eutrofización*, como el proceso de enriquecimiento en nutrientes de una masa de agua. Las aguas residuales urbanas, los vertidos industriales y las aguas de escorrentía procedentes de zonas de agricultura intensiva suministran grandes cantidades de materias nutritivas a las aguas. Se dice también por otra parte que, la composición de las poblaciones piscícolas se modifica; la escasez de oxígeno impide la supervivencia de especies como la trucha. Los nutrientes responsables de la eutrofización de las aguas son el nitrógeno y el fósforo...

5. La proliferación de las llamadas segundas residencias y la economía del ocio provocan deterioro en las zonas de montañas y tierras altas.

- g) El medio ambiente urbano: son cada vez más difíciles de resolver la necesidad de demanda del comercio, transporte y la creación de un entorno con una calidad de vida adecuada. Y se provoca una congestión, así como incrementa la contaminación, el ruido, la degradación de los lugares públicos, etc.
- h) Gestión de residuos: con base en el quinto programa de Medio Ambiente, ha pretendido hacer una conexión e incidir en el nuevo modelo de Bienestar Social descrito en el Libro Blanco, con base en el compromiso y desde la idea de alcanzar al desarrollo sostenible, este programa ha elaborado una estrategia basada en las siguientes características:

1ª Responsabilidad compartida. Se basa en el principio preventivo y quien contamina paga, así como la responsabilidad compartida, donde interviene tanto la Comunidad como a los gobiernos, las administraciones regionales y locales, las organizaciones no gubernamentales, las empresas y cada uno de los ciudadanos.

2ª Sectores seleccionados. Se ha seleccionado cinco sectores económicos, sobre todo los más representativos: industria, energía, transporte, agricultura y turismo, para tratar de analizar las implicaciones y los sectores potencialmente contaminadores que generan en el entorno.

3ª Temas y metas. A los temas se les ha asignado unos objetivos a largo plazo para lograr un desarrollo sostenible; desde la perspectiva de aquellos objetivos se plantean en términos cualitativos y no cuantitativos. Con relación a las metas, estas suponen alcanzar una serie de resultados que finalizan en el año 2000. Los temas son (cambio climático, protección de la naturaleza, medio ambiente urbano, zonas costeras, gestión de residuos, etc.

Sobre las propuestas e instrumentos del quinto programa:

Con base en los cuatros primeros Programas de Medio Ambiente, éstos se basaron más en el ejercicio de la política medioambiental y en instrumentos tales como los Reglamentos y las Directivas que tuvieron las finalidades de control, aunque con el cuarto programa empezaron las evaluaciones de impacto ambiental. Sin embargo, el quinto programa intenta lograr los objetivos de preservación y conservación del medio ambiente, incorporando un conjunto de instrumentos subdivididos en:

- a) Normativos.

- b) De mercado (se refiere a los aspectos económicos y fiscales).
- c) Los llamados Horizontales de apoyo (en investigación, información, educación, etc.).
- d) Financieros, de apoyo.

De éstas propuestas se pueden desglosar otras que se enmarcan para conseguir mejoras y transformaciones evidentes durante el periodo de vigencia del programa:

- Gestión sostenible de los recursos naturales.
- Control integrado de la contaminación y prevención de residuos.
- Reducir el consumo de energía no renovable.
- Mejora en la gestión de la movilidad, así como en transporte más eficiente y ecológicos.
- Mejorar en la calidad ambiental de las áreas urbanas.
- Mejora en la salud y seguridad públicas, en especial en los riesgos industriales, la seguridad nuclear y protección contra las radiaciones.

De los planteamientos esbozados en este apartado podría resumir algunas ideas que expresa el V programa (UE, 1992) para alcanzar un desarrollo sostenible:

Debido a que la reserva de materias primas se vuelve cada vez finita, y por otro lado, los flujos de recursos necesarios en el proceso productivo, consumo y distribución de la producción deberían de fomentar un proceso de reutilización y reciclaje, cuyo objetivo iría evitar el derroche, al tiempo que se prevé el agotamiento de las reservas de los recursos naturales.

- Dentro del proceso de producción existe un consumo de energía por lo que se plantea una racionalización de ésta.
- Para evitar el despilfarro de recursos, se debe transformar las pautas de consumo y del comportamiento en el conjunto de la sociedad.

En las tablas que anexamos figuran los sectores claves para alcanzar un desarrollo sostenible, de acuerdo con el V programa de la UE. En la Tabla 2-1, se refiere a los problemas y sectores claves del V programa. Y en la Tabla 2-2, la propuesta en donde se relacionan los diferentes factores para alcanzar el desarrollo sostenible.

Tabla 2-1. Características de los Problemas del V Programa.

Problemas y sectores clave según el V Programa de la Unión Europea			
Problemas Clave	A: Agentes E: Efectos	Objetivo UE	Principales Sectores implicados
Cambio Climático	A: CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , CFC E: Efecto Invernadero y Agujero de Ozono	Volver a niveles de CO ₂ de 1990 Ninguna agresión al ozono	1. Industria 2. Energía 3. Transporte 4. Agricultura 5. Turismo
Acidificación y Calidad del aire	A: SO ₂ , NO _x , COV E: Envenenamiento de bosques y agua	No superar la capacidad de carga	
Naturaleza y Biodiversidad	A: Presión del Modelo de desarrollo E: Retroceso de la biodiversidad	Desarrollo sostenible Hábitat naturales y control consumo de especies amenazadas	
Gestión del agua	A: Presión de la demanda e impacto de emisiones	Equilibrio demanda Anticontaminación Rehabilitación	
Medio Urbano	A: Urbanización congestiva y contaminante E: Pérdida de calidad de vida y entorno	Mejoras en el desarrollo urbano	
Zonas costeras	A: Urbanización congestiva y contaminante E: Degradación del medio, suelo y agua	Desarrollo litoral sostenible	
Gestión de residuos	A: Desbordamiento generación de residuos E: Contaminación	Reciclaje Transformación, producción, procesos y utilización	

Tabla 2-2. Gestión de Recursos.



FUENTE: V PROGRAMA DE LA UE

2.5. Modelo del “Factor 4” o la Revolución de la Eficiencia

Antes de pasar a desglosar los puntos nodales del modelo del factor cuatro, consideramos necesario plantear una de las preguntas que hace Ernst Ulrich W. (Weizsäcker, 1997): *¿Qué podemos hacer para parar estas peligrosas tendencias del cambio climático?* Al tiempo que más adelante se replantea sobre la preocupación de los climatólogos en el sentido de que a mediados del siglo que viene tendríamos que haber reducido entre un 60 % y un 80 % las emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero.

Lo que plantea entre otras razones la propuesta del “Factor Cuatro” podemos destacar: en tanto que va hacia la dirección de reducir el consumo (al menos a la mitad) y nos da un resultado –dice Weizsäcker– como mínimo para comenzar desde el planteamiento del llamado siglo ecológico o *Siglo del Medio Ambiente* en el milenio que viene. Esta propuesta que fue aceptada para el informe en el Club de Roma junto otros dos autores más escribieron, Armory y Hunter, en cuyo título del libro: *Factor Four Doubling the Wealth, Halving Resource use* (Factor cuatro: duplicar el bienestar, usar la mitad de los recursos naturales). Según –el factor cuatro– “... quiere decir que se puede cuadruplicar la productividad de los recursos, es decir, la cantidad de riqueza que se obtiene de una unidad de recursos naturales”.

El factor cuatro al decir de Weizsäcker, es innovador porque anuncia una nueva dirección para el progreso tecnológico; al mismo tiempo que añade un nombre al proceso tecnológico anterior (con respecto al aumento de la productividad del trabajo), hoy, es la *productividad de recursos*. Desde una estrategia de la revolución de la eficacia para eliminar las peligrosas diferencias, llegar hacia un “*coste negativo*”.

Desde la perspectiva del modelo del factor cuatro, cabe destacar una palabra clave que el propio autor enfatiza: *reciclaje*; incluso quiere decir también, para el desarrollo sostenible reparación/restauración/modernización sin destruir el cuerpo de la maquina. Ahora bien, para lograr los beneficios del factor cuatro, es necesario llevar a cabo una serie de medidas que incluyen:

- 1) Eliminar las subvenciones para la utilización de recursos.
- 2) Educar al consumidor.
- 3) Gestionar la demanda.
- 4) Reducir los costes.
- 5) Cobrar cuotas altas en concepto de residuos sólidos.
- 6) Hacer auditorías medioambientales.
- 7) Aplicar reformas fiscales ecológicas.

Otras de las formas para lograr avances significativos son: la transformación de las industrias y los servicios automovilísticos, constructores, alimentarios, textiles, de electrodomésticos, metálicos, químicos y de transporte público, lo que significaría una reorganización masiva de toda la economía.

Sin embargo, hace mayor énfasis en la reforma fiscal ecológica. Y pregunta nuevamente: ¿Por qué nuestro sistema fiscal actual grava sobre todo el trabajo y el capital, mientras que deja sin impuestos e incluso subvenciona el consumo de recursos naturales? A lo que responde de manera un tanto racionalista al plantear que una “reforma fiscal ecológica” nos haría más ricos, y no más pobres, y crearía millones de puestos de trabajo. Al tiempo que defiende la subida anual de un 5 % de los precios de la energía y de otros recursos naturales durante unas cuantas décadas. “Después de catorce años de aumentos de un 5 % anual, el precio se habría duplicado. Después de 28 años se habrá cuadruplicado, y a los 42 años habrá aumentado ocho veces”.

La reforma fiscal tendría que afectar a todas las rentas por igual. La intención es reducir los impuestos y las cargas fiscales. Por ejemplo, las cargas sociales sobre la mano de obra tendrían que reducirse. En definitiva, las rentas obtenidas de los impuestos sobre la energía y los recursos naturales se utilizarían para financiar parcialmente el sistema de la seguridad social, o tendría que ser financiado por el empresario y el trabajador.

Otros de los retos en la revolución de la eficiencia radican en pasar de vender productos a vender servicios. En el sentido de los servicios energéticos, al garantizar una temperatura agradable en las viviendas y en los edificios de oficinas, sobre todo, para las actividades comerciales más importantes de las empresas productoras de energía que se modernicen.

Por otra parte, considera Weizsäcker que, si combinan las exigencias ecológicas, los avances tecnológicos y la moda, la revolución de la eficiencia se podrá imponer en menos de quince años.

2.6. Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo

Esta declaración aparece como texto oficial de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992. Se obtiene con base en la Declaración de las Naciones Unidas en la Conferencia del Medio Ambiente Humano el 16 de junio de 1972 en Estocolmo.

Del *objetivo* principal de ésta declaración, se establece una alianza mundial y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y de las personas. Al tiempo que *procura alcanzar* acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y desarrollo ambiental; en consecuencia, *reconociendo* la naturaleza integral e interdependiente de la Tierra, nuestro hogar proclama una serie de principios de los cuales enumeramos a continuación.

De la Declaración de Río podemos extraer algunos principios que le dan sustento para su ejecución y los que constituyen la base de la misma. Estos están presentes en el documento de la siguiente manera:

Principio 1

Desde este punto de vista, se considera al ser humano como el punto nodal de las preocupaciones que se relacionan para lograr el desarrollo sostenible. En tanto que tiene derecho a una vida digna, saludable y productiva junto a la naturaleza.

Principio 2

Siguiendo la Carta de las Naciones Unidas y los principios del Derecho Internacional, dice, que son los Estados los que tienen el derecho soberano para aprovechar sus propios recursos de acuerdo con sus propias políticas ambientales y de desarrollo, así como de garantizar que las actividades realizadas en su jurisdicción, no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de regiones que comporten fronteras.

Principio 3

A fin de responder de manera equitativa al derecho del desarrollo, debe ejercerse necesidades de desarrollo y ambientales sin comprometer las generaciones presentes y futuras.

Principio 4

Para alcanzar el desarrollo sostenible, es vital la protección del medio ambiente, mismo que constituye el elemento integrante del proceso de desarrollo sin considerarse de forma aislada.

Principio 5

Enfatiza que, todos los Estados, así como todas las personas deberán cooperar para poder erradicar la pobreza, éste fenómeno, es un prerrequisito indispensable del desarrollo sostenible, a fin de reducir las disparidades en la calidad de vida y mejorar las necesidades de la mayoría de los pueblos del mundo.

Principio 6

Con base en las necesidades urgentes de los países en desarrollo, en especial los menos adelantados y los más vulnerables, desde la perspectiva ambiental, deberán recibir atención específica. Sobre todo, en las medidas internacionales respecto al medio ambiente y el desarrollo.

Principio 7

Para proteger, conservar, restablecer la salud e integridad del ecosistema de la tierra, los Estados deberán cooperar con un espíritu de coalición mundial. Asimismo, tendrán una responsabilidad común al tiempo que sean diferenciadas. En este caso los países

desarrollados reconocen su responsabilidad que les corresponde en el ámbito internacional hacia un desarrollo sostenible, en virtud de que sus sociedades inciden directamente sobre el medio ambiente mundial, así como de las tecnologías que disponen.

Principio 8

Alcanzar un desarrollo sostenible, así como una mayor calidad de vida para todas las personas, los Estados deben tener un papel importante al reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles.

Principio 9

Serán los propios Estados los que deberían cooperar para reforzar la creación de capacidades nacionales con miras hacia un desarrollo sostenible, por medio de un incremento en el saber científico mediante el intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos para mejorar el desarrollo, la adaptación, la difusión y la transferencia de tecnologías (nuevas e innovadoras).

Principio 10

Será desde la participación –condición necesaria- de todos los ciudadanos para mejorar las cuestiones ambientales. En el plano nacional, la sociedad deberá tener la posibilidad y acceso adecuado a la información relativa al medio ambiente que disponen las autoridades públicas (información sobre los materiales y actividades que ofrecen peligro en las comunidades). Por otra parte los Estados, deberán facilitar y fomentar la sensibilización y participación del público, poniendo la información a disposición de todos los interesados o no. Al tiempo que se apoyará con disposiciones judiciales y administrativas cuando exista daños y perjuicios.

Principio 11

Desde el punto de vista de las leyes, serán los Estados los que promulguen las sanciones pertinentes sobre el medio ambiente. Normas ambientales y prioridades en materia de gestión del medio ambiente; asimismo, normas aplicadas en otros países pueden resultar inadecuadas y representar un costo social y económico injustificado para otros países, sobre todo, los países en desarrollo.

Principio 12

Se piensa que es por medio de los Estados quienes debían de cooperar para promover un sistema económico internacional favorable y abierto que lleve hacia un crecimiento económico para redundar en el desarrollo sostenible que sería pieza fundamental para todos los países, cuya finalidad es tratar de manera racional los problemas de la degradación ambiental. Entre las medidas que se podrían mencionar, por ejemplo, las políticas comerciales para fines ambientales no debían de ser excluidos o actuar de forma arbitraria ni hacer restricciones veladas por parte del comercio internacional. Evitando hacer medidas unilaterales que fuesen a solucionar problemas ambientales que se producen fuera de la jurisdicción, en este caso, del país importador. Por el contrario, las medidas destinadas a resolver los problemas debían basarse en consensos internacionales.

Principio 13

Serán los Estados quienes debían desarrollar legislaciones nacionales respecto a la responsabilidad y de la indemnización de víctimas de la contaminación así como de otros daños ambientales. Asimismo, los Estados deben cooperar de manera expedita y con acciones decididas para elaborar nuevas leyes internacionales relativas, a la responsabilidad y la indemnización, debido a los efectos negativos de los daños ambientales causados por las actividades realizadas dentro de la jurisdicción de algún país involucrado, o desde su control, incluso en zonas fuera de su jurisdicción.

Principio 14

Respecto a la degradación que se produciría entre los límites de los Estados, serían éstos, mayor cooperación para desalentar o evitar la reubicación y la transferencia a otros Estados, disminuir actividades y sustancias que causen degradación ambiental grave o que originen daños nocivos para la salud humana.

Principio 15

Con la finalidad de proteger el medio ambiente, los Estados deberían aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, no debe utilizarse una insuficiencia de la ciencia como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, que impida la degradación del medio ambiente.

Principio 16

Por su parte las autoridades nacionales deben preocupar y asegurar la internacionalización de los costos ambientales y el uso de los instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que quien contamina paga, en principio, cargar con los costos de la contaminación, aquí cabe tener en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales.

Principio 17

Con base en el impacto ambiental, debe hacerse una evaluación, desde la perspectiva nacional, respecto a los problemas que ocasione cualquier actividad y que repercuta de manera negativa en el medio ambiente, para que esté sujeta a la decisión de autoridades nacionales competentes.

Principio 18

Serán los Estados quienes notificarán inmediatamente a otros Estados los desastres naturales y otras situaciones de emergencia que puedan producir efectos nocivos en el medio ambiente. Para ello la comunidad internacional deberá cooperar y hacer lo posible por ayudar a los Estados afectados por los desastres.

Principio 19

Los Estados deberán proporcionar la información pertinente y notificar previamente y en forma oportuna a los Estados que pueden verse afectados por actividades que podrían tener efectos ambientales negativos transfronterizos, con lo cual debían de celebrar consultas con esos Estados en fechas tempranas y de buena fe.

Principio 20

Serán las mujeres las que desempeñen un papel fundamental en el desarrollo y la ordenación del medio ambiente. En consecuencia, su plena participación será clave para el desarrollo sostenible.

Principio 21

Se debe movilizar el aspecto de la creatividad, los ideales objetivos y el valor de los jóvenes del mundo entero para forjar una alianza mundial orientada a lograr el desarrollo sostenible asegurando un futuro armónico para todos.

Principio 22

Con respecto a los pueblos indígenas y sus comunidades, desempeñarán un papel importante en la ordenación del medio ambiente y en el desarrollo, sobre todo, al tomar en cuenta sus conocimientos y prácticas tradicionales. En tanto que los Estados deben reconocer y prestar el apoyo debido a su identidad, cultura y velar porque participen de manera dinámica en el desarrollo sostenible.

Principio 23

Es de vital importancia la protección del medio ambiente y por supuesto de los recursos naturales de los pueblos más sometidos por la opresión, dominación y ocupación.

Principio 24

Entre los enemigos principales del desarrollo sostenible figura la guerra. Por tanto, serán los Estados los que deberán respetar el Derecho Internacional y proporcionando protección al medio ambiente en épocas de conflicto armado, al tiempo que serán quienes cooperen a su ulterior mejoramiento.

Principio 25

La protección del medio ambiente, el desarrollo y la paz son interdependientes e inseparables.

Principio 26

Los Estados deben resolver todas sus controversias sobre el medio ambiente, desde la perspectiva pacifista y de acuerdo con la Carta de las Naciones Unidas.

Principio 27

Los Estados así como los pueblos deben cooperar de buena fe y con un espíritu de solidaridad en la aplicación de los principios consagrados en esta declaración y en el desarrollo ulterior del Derecho Internacional en el contexto del desarrollo sostenible.

Con base en estos principios de la Declaración de Río los países se responsabilizarán para aplicar sus propias leyes sobre medio ambiente, con base en el consenso internacional y siguiendo las directrices de la Agenda 21 y de otros programas similares.

(Fuente: CNUMAD, Río '92. Programa 21, Tomo II. MOPT, Serie Monografías, Madrid, 1993.). Esta información fue extraída de libro: "Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica". Luis M. Jiménez Herrero, 1996.

2.7. Visión de los Límites del Crecimiento desde la Ingeniería

Retomando algunas de las ideas planteadas por Godfrey, sobre la sociedad de hoy día que está en crisis. Es menester referirnos a su planteamiento de manera implícita al relacionar la crisis y su resolución con la tecnología y con la manera en que se ha creado y se ha sucedido el desarrollo sostenible. Al tiempo que presenta el desequilibrio entre las naciones, las personas, los sectores, las huellas ecológicas y las relaciones comerciales, como una de las manifestaciones patológicas del desequilibrio en el sistema de gobierno (Godfrey, 1997).

Por otra parte, la intención de cuestionar los desequilibrios sistemáticos y culturales como unas de las causas de la actual crisis, se desea al mismo tiempo, reflexionar sobre el papel histórico, instrumental y ambivalente de la tecnología moderna en la promoción de los desequilibrios ambientales y, por otra parte, buscar la manera de utilizar soluciones para crear una visión alternativa de un modelo de desarrollo sostenible.

Mientras que por otra parte, es pertinente mencionar la preocupación que hoy día se expresa en los círculos académicos sobre el deterioro del medio ambiente y la necesidad de buscar alternativas viables desde la perspectiva de los programas de ciencia y la tecnología. Además, pensar en los programas de ciencia, tecnología y sociedad en la educación serán las piezas claves en un futuro inmediato. Según Stephen H. C., al plantear que, serán las nuevas generaciones de hombres y mujeres quienes tomarán las decisiones técnicas y sociales más importantes en cuanto el desarrollo económico, la estabilidad medioambiental y el bienestar del género humano (Cutcliffe, 1997).

Se piensa que los ingenieros tienen una responsabilidad ética a causa de la posición en que se encuentran como los estudiosos de las técnicas y de sus instrumentales teóricos prácticos. Pero, asimismo, la responsabilidad debía ser de todos los sectores sin diferenciación alguna; que nadie tenga privilegios si todos convivimos en un mundo donde los efectos perversos del medio ambiente afecta por igual tanto a las generaciones presentes como a las futuras. De ahí que, los temas que se dicten sobre sostenibilidad, todos nosotros tengamos nuestras responsabilidades, así como para las futuras generaciones.

Por otra parte, cabe destacar uno de los puntos que se plantea en el decálogo del ingeniero del Instituto de Ingenieros Civiles (IIC) de España frente al medio ambiente: *“Aplicarás tus conocimientos técnicos en la conservación y en la mejora del medio ambiente dentro de tu actividad profesional, con una voluntad firme y entusiasta”*. Asimismo, se plantea que, el ingeniero, tendrá siempre en cuenta el carácter interdisciplinario de la ingeniería con relación al medio ambiente, buscando la ayuda y asesoramiento de aquellos ingenieros que posean una formación ambiental. (Alzugaray, 1997).

Después de hacer un breve planteamiento sobre el papel del ingeniero, habría que hacer una pregunta para saber ¿cómo concebir la ingeniería sostenible? Además ¿qué tipo de tecnología habría que considerar para ello?. Ante estas preguntas, también es pertinente buscar un concepto que nos oriente hacia la variación de un recurso, que en los términos de los ecologistas se le llama “capacidad de carga”. Esta nos puede generar una definición generalizada de sostenibilidad.

2.8. La Capacidad de Carga

Este término de capacidad de carga se define *como los recursos que pueden sostener a la población (con base una población biológica) y el impacto del consumo de éstos recursos en el medio ambiente*. Ahora bien para comprender el significado de la “capacidad de carga de los recursos” se deben tener en cuenta algunos elementos necesarios para su utilización y consideración:

R= Recurso (s), o medio ambiente.

N= Población (nº de individuos) consumiendo R.

C= Valor del consumo o uso per cápita de R de los individuos de la población N; es decir, el valor per cápita del impacto sobre R.

L= $C \times N$ = Carga sobre R = Carga de Recurso, Carga Ecológica o Carga Ambiental.

K_L = La capacidad de carga del recurso para un recurso determinado R. K_L es la carga L que representa el consumo máximo o impacto de un determinado R sin que pierda la reversibilidad o la sostenibilidad de este uso y sin que cause una disminución irreversible de cualquier otra R.

Ahora bien, podemos definir o más correctamente contextualizar, lo que podría significar R desde lo particular a lo general: el petróleo o el carbón; una especie viva (por ejemplo el bacalao, los pinos, o varios recursos como el conjunto de todas las especies de un ecosistema o un área geográfica). Asimismo, podría considerarse como una condición deseable tener la concentración de CO_2 de la atmósfera alrededor de un umbral seguro; en suma podríamos referir a R como el medio ambiente.

No obstante, es imprescindible para la sostenibilidad mantener R; por otra parte tratar a K_L siempre y cuando como la capacidad de carga de un recurso R, lo que significaría un rendimiento o beneficio para la humanidad; de esta manera se prevé que mejorarán las oportunidades de planificar y mantener los recursos R y la humanidad.

A continuación se presenta un diagrama que nos ayudará a comprender el significado de los elementos que antes habíamos mencionado. Es decir, donde CN buscará el significado de K_L con relación a L. Este diagrama CN de la Figura 2-1, muestra que K_L representado por un círculo de un área determinada, sobre todo porque están más próximos a las coordenadas C y N. En consecuencia se tiene la siguiente aseveración: debido a que la carga L es igual a cero (0), K_L no se verá afectada por ésta.

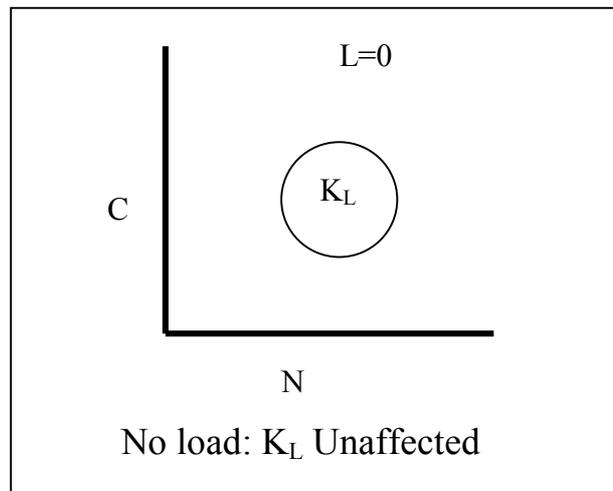


Figura 2-1. Diagrama de Valor de Consumo per Cápita.

Sin embargo, con base en la Figura 2-2 donde se presenta la carga L indicada por un rectángulo de valor per capita de consumo o uso (valor per capita de impacto sobre R) representado por C es posible que siga creciendo, mientras que el nivel de población representado por N no aumente. Mientras que el pequeño círculo sombreado L tiene la misma área que el rectángulo L. Por otra parte, la porción restante del círculo grande K_L representa el margen que existe para el aumento de una L adicional antes que se inicie un daño permanente en el recurso R. De ahí entonces, se concluye que la condición $L < K_L$ nos define pues la sostenibilidad.

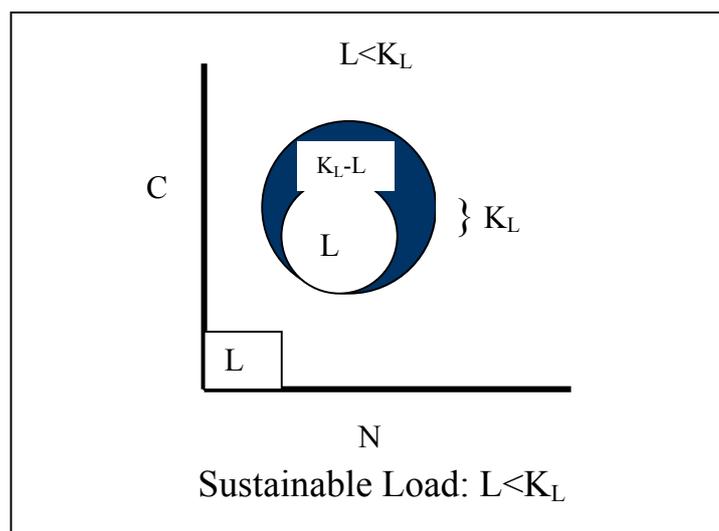


Figura 2-2. Diagrama de Valor de Impactos sobre los Recursos.

Con respecto a la Figura 2-3, podemos representar $L=K_L$. Con esta condición no puede haber ninguna L adicional sin que dañe R permanentemente (lo que supone que el daño permanente significa el efecto adverso del que R no se puede recuperar en menos de una vida humana). Claro está, mientras L no exceda de K_L , se puede suponer que si L disminuye, la anterior porción afectada de K_L se recuperara o regenerará. De esta manera existe la condición de $L=K_L$ parece aceptable, aunque sea precaria. Sin embargo, la idea del rendimiento sostenible máximo podría ser peligrosa aunque favorece la visión de $L=K_L$ (máximo rendimiento) dentro de los objetivos aceptables como una disminución permanente de R .

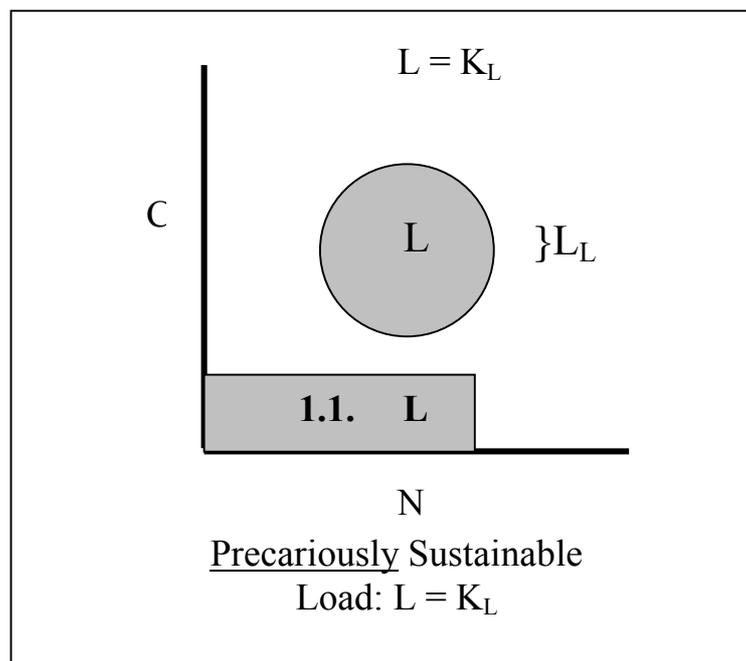


Figura 2-3. Diagrama de Efecto sobre el Recurso que no se recupera.

Continuando con la descripción de la capacidad de carga como hemos hecho en líneas anteriores, ahora se tiene en la Figura 2-4, donde se muestra $L>K_L$; cuando existe sobrecarga lo que sucede es que se encoge K_L ; en esta caso en la figura se aprecia la parte ennegrecida del círculo se presenta permanentemente el K_L perdido que no puede regenerarse. En tanto que excederse en K_L implicaría reducirlo. Por lo que K_L podría disminuir pese a que haya aumentado R . Sin embargo, con una sobrecarga permanente haría reducir cada vez más el K_L hasta que desaparezca.

En consecuencia, una vez alcanzado $L>K_L$, se puede consumir más recursos del máximo sostenible por lo que no se regenerará el total de los recursos consumidos. De esta manera se provoca que el valor K_L se vea mermado, tomando en cuenta los recursos disponibles a lo largo de una vida humana se ha reducido.

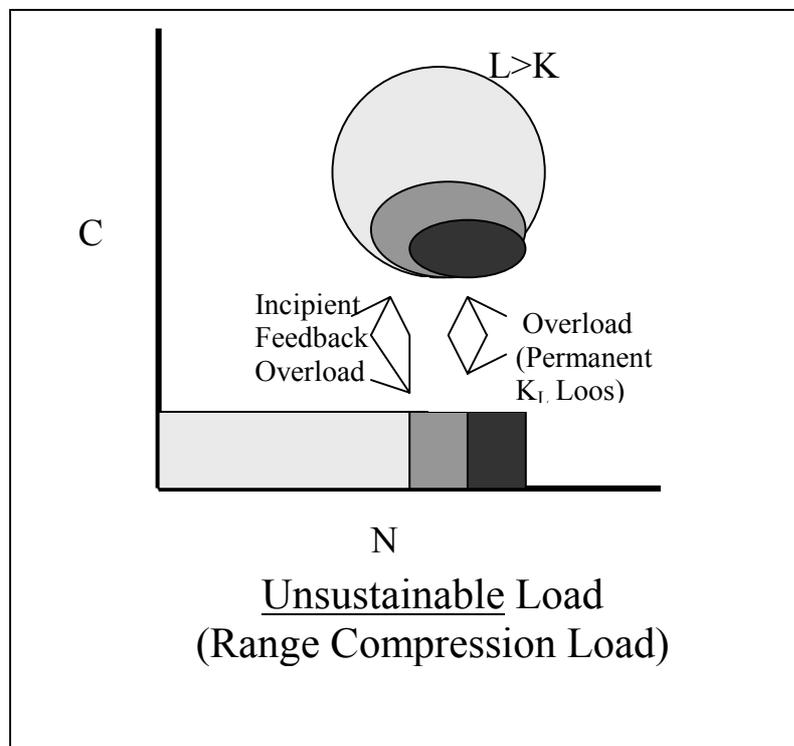


Figura 2-4. Diagrama de Recurso que se puede Consumir sin dañar la Carga de Recursos.

Para evitar que disminuya K_L desde una sobrecarga se debía reducir el uso de R o dejar de usarlo definitivamente. De esta manera llegar a la condición de $L < K_L$. Desde esta perspectiva la Figura 2-4 nos aporta un diagrama con una condición de insostenibilidad en el recurso usado.

Para que exista y pueda darse la sostenibilidad debe existir necesariamente la condición tal que $L < K_L$. Considerando como el paradigma buscado o la meta a alcanzar. Diferenciado del antiguo modelo o paradigma tecnológico insostenible. Para reconsiderar el nuevo paradigma ingenieril que hemos propuesto, habría que hacer un esfuerzo doble y tenaz. El viejo modelo conduce al consumo ingente de recursos no renovables, sin embargo, sabemos que para llegar a la sostenibilidad se requiere de recursos renovables con un K_L elevado para no llegar a agotar los recursos no renovables, porque cualquier consumo irracional de un recurso no renovable ocasionaría una disminución irrevocable en éste. En tanto que las tecnologías no renovables gastan inevitablemente los sistemas naturales de apoyo (sistemas que hacen posible la vida en la tierra, mismos que interactúan entre especies renovables).

Llegar a la sostenibilidad se requiere la limitación imprescindible del valor de C (consumo) y la N (población). Por lo que limitar la N humana hoy día es un tanto difícil. Se dice que la población mundial reduce el K_L (capacidad de carga) en la mayoría de los casos, pero aunque disminuye el impacto promedio per capita C, el K_L mundial continua disminuyendo.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad no debía permitirse el excesivo consumo de un R; pero se hace necesario asegurar un nivel razonable de C para todos. Actualmente se tiene un nivel alto de N, pero también cabe la posibilidad de reducir el C, al tiempo se evitaría la disminución de K_L . Lo que ocurre con el antiguo paradigma todo lo contrario ya que aumenta el C de manera irracional para fijar el supuesto del progreso en detrimento de todos los que habitamos el planeta.

Si pensamos en la forma de consumir desde la óptica del antiguo paradigma se logran desprender tres instancias para inferir la condición de la especie humana:

1° Se puede comprender como el Requerimiento Diario Mínimo (C_{MDR}) o también conocido el consumo raso de supervivencia.

2° Un Nivel de Descuento Diario Recomendado (C_{RDA}) incluso llamado nivel amplio de subsistencia de consumo, donde se provee los medios para una buena salud y confianza en el futuro.

3° Se puede conocer como una tendencia que proviene del viejo paradigma, en el cual define el progreso como “*Usted Puede Consumir Todo*” sin límites (C_{AYCC}). Este nivel se le puede llamar como consumo ilimitado.

Lo que hemos expuesto anteriormente sobre la condición humana, es pertinente ahora hacer la sucesión de los tres niveles, $C_{MDR} < C_{RDA} < C_{AYCC}$ para la planificación de la tecnología. Por otra parte existe una diferencia de $C_{AYCC} - C_{RDA}$ y que se obtiene el consumo excedente del que hoy día disfrutaban los países industrializados, en consecuencia, al aumentar este proceso, cae dentro de los objetivos del viejo paradigma.

Existe otro planteamiento que nos lleva hacia la dirección anterior, y es con respecto a los criterios biológicos y económicos para la gestión de recursos naturales renovables. De aquí se desprende que dentro del campo ecológico y de la economía agraria se encuentran tratamientos científicos relacionados con el uso y gestión de los sistemas naturales. De estos procesos se pueden introducir estrategias para conseguir “niveles óptimos” de explotación. En tanto se obtienen por medio de criterios operativos que permiten el mantenimiento de las fases de utilización del recurso sin sobrepasar determinados límites o umbrales críticos. Para llegar al objetivo anterior se persigue el rendimiento perdurable expresado como “máximo rendimiento sostenible” o “máxima capacidad de explotación”.

Siguiendo el modelo de crecimiento logístico de una población de especies o cualquier recurso, limitado por las condiciones de su medio ambiente, el equilibrio se alcanza en un punto denominado “*capacidad de carga*” del ecosistema. Donde se establece

que a partir de este punto la población (o la biomasa) no crece, sino que permanece constante (K). De Donde se obtiene que el máximo crecimiento neto (Δp máx.) se obtiene cuando el tamaño de la población es aproximadamente la mitad de su valor máximo $K/2$. Véase Figura 2-5.

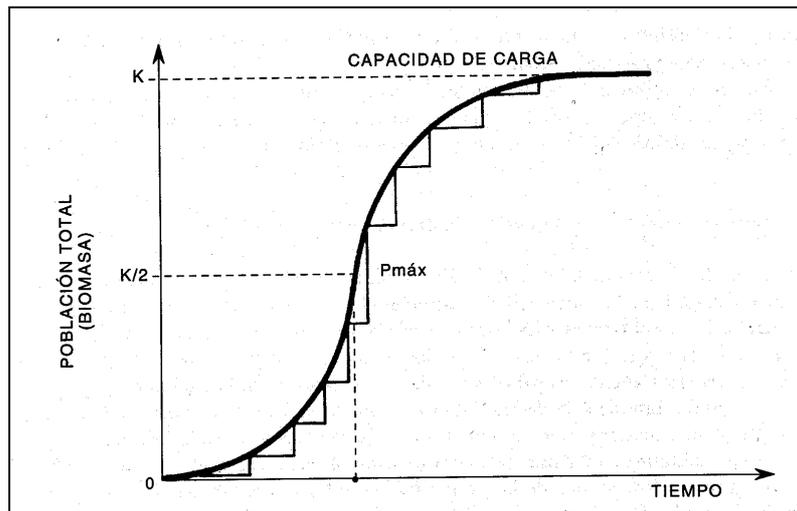


Figura 2-5. Capacidad de Carga. (Crecimiento logístico de población de especies).

Fuente: Conway, G., *Applying Ecology*, 1993. Tomado de Luis M. Jiménez Herrero, Op.cit. p. 78.

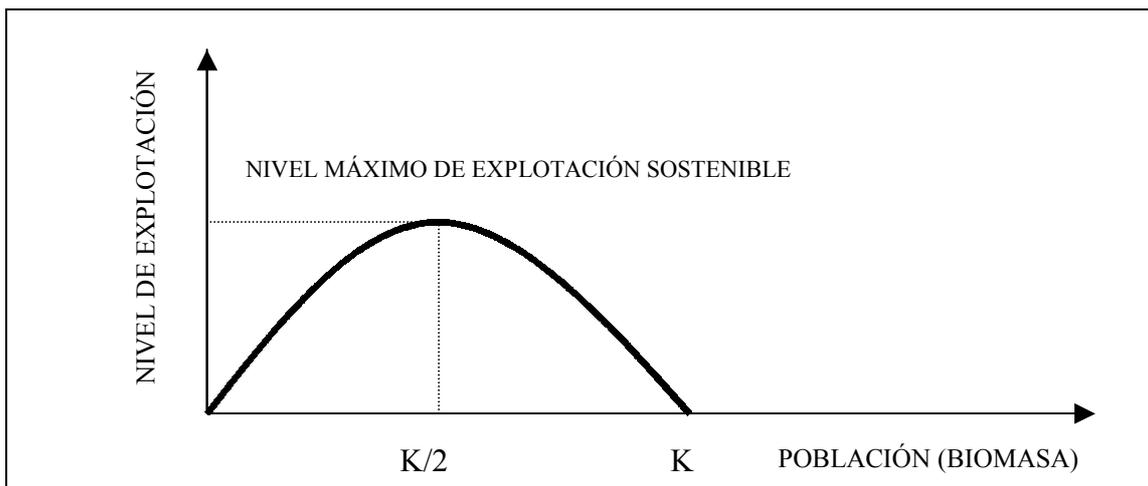


Figura 2-6. Máximo de explotación sostenible. (*Explotación de recursos y población*)

Fuente: Conway, G., *Applying Ecology*, 1993. Tomado de Luis M. Jiménez Herrero, Op.cit. p. 78.

Con base en la Figura 2-6, la utilización de un recurso renovable de forma sostenible implica que la tasa de explotación debe ser equivalente a la tasa de renovación. Por ejemplo, si se compara el rendimiento de la explotación con el tamaño de la población (biomasa), el Máximo Rendimiento Sostenible (MRS) se logra en el punto equivalente a la mitad de la máxima población ($K/2$), es decir, ($\Delta p = 0$, extinción de recurso; $\Delta p = K$ explotación mínima; $\Delta p = K/2$ máxima explotación sostenible). Respecto esta aseveración se han utilizado para estudios biológicos de pesquerías para determinar la naturaleza de la producción sostenible y el esfuerzo de pesca adecuada para no sobreexplotar el recurso (Jiménez, 1996).

2.9. Teoría del Caos

Hablar un tanto sobre la teoría del caos, nos aproximará a comprender algunas pautas de sostenibilidad. Aquí referiremos a los planteamientos de la termodinámica de procesos irreversibles que nos ayudarán a establecer las vías de sostenibilidad. Con base en esta aclaración, tomaremos por ejemplo una referencia de la termodinámica clásica porque nos permite explicar los procesos evolutivos dentro de los cuales se sitúan los criterios de sostenibilidad; sin embargo, es la termodinámica de los fenómenos irreversibles la que viene a resolver esta situación al estudiar los *sistemas* estacionarios y las estructuras disipativas, modelos que nos explican las situaciones de los sistemas fuera del equilibrio en los que deben establecerse las vías de sostenibilidad (García, 1995).

En este apartado intentaremos describir sobre los sistemas estacionarios y las estructuras disipativas. De ahí entonces que, denominaremos *sistema a aquella parte del universo que tomamos en consideración* (Jou, y Llebot, 1989). Por otro lado Salvador Rueda retoma de Margalef la definición de Sistema en los siguientes términos: es un conjunto que se puede descomponer, aunque sea idealmente, en elementos que no son independientes los unos de los otros. Todo componente tiene su capacidad de cambio limitada por el hecho de pertenecer a un sistema; tal limitación afecta al conjunto de las probabilidades de cambio, de forma que los futuros estados se hacen más predecibles, o más influidos por el estado actual del sistema que es necesario vencer (Rueda, 1995).

Incluso puede interpretarse como un sistema donde todo aquello que se puede disecar, se conocen sus partes separadas y que actúan unas sobre otras. También se concibe como un compuesto de partes y de interacciones que ponen en relación unos elementos con los otros. El resultado de estas interacciones es que, suponiendo que persistan, no se puede decir que los futuros estados sean completamente indeterminados o al azar. De aquí podría ser lo más importante la existencia de restricciones que de alguna manera limitan el ámbito dentro del cual se sitúan los futuros estados (Rueda, 1995).

Ahora será necesario distinguir los tipos de sistemas que más se aproximan a interpretar el desarrollo sostenible desde la perspectiva de la energía: aislado, cerrados y abiertos.

Se dice que un sistema es *aislado* cuando no experimenta ningún intercambio de energía ni de masa con su entorno. Pero si experimenta intercambio energético pero no de

masa, el sistema se conoce como *cerrado*; mientras que cuando intercambia masa y energía con el entorno el sistema es *abierto*.

Si consideramos los sistemas como unos entes vivos, no pueden ser sistemas aislados solamente, sino que interrumpidamente intercambian energía y masa con el mundo exterior, esto implica por supuesto comer, respirar, excretar... sin embargo, un sistema vivo muere poco después de ser aislado (Jou, y Llebot, 1989).

Por otra parte, y siguiendo con las definiciones de los sistemas, retomaremos algunos planteamientos de Salvador Rueda para identificar un sistema abierto:

- Este significa hacia una tendencia que entra en intercambio con el ambiente.
- Asimismo, este intercambio es esencial para que se mantenga el sistema.
- Por lo que de este intercambio depende, además, su capacidad reproductiva o de continuidad, así como su capacidad de transformación.
- De ahí entonces, el medio sea tan importante como el propio sistema.
- En consecuencia, se llega a la conclusión de que medio y sistema constituyen subapartados de un sistema más amplio.
- En definitiva en los intercambios que desarrolla en la transacción sistema-medio el sistema constituye el fenómeno más importante.

Pero si los ecosistemas son sistemas abiertos, por tanto, son sistemas que requieren energía del exterior para el mantenimiento de su estructura y pervivencia. En caso contrario, sin la energía suficiente el sistema no puede más que degradarse, en tanto que sin este flujo energético se produce un desorden organizativo que representa una decadencia rápida. En el contexto más general podríamos plantear el comportamiento de la biosfera como un todo, un sistema abierto en que los circuitos acuosos, gaseosos y minerales intercambian sustancias y disipan energía. Ahora bien, considerando que el sistema global está formado por subsistemas comprendidos en otros subsistemas de manera que la definición de éste tiene, intencionadamente, unos límites arbitrarios, en definitiva, la mayoría de las fracciones de un sistema que se estudian como ecosistemas son también parte de otros ecosistemas mayores (Rueda, 1995).

Como habíamos planteado desde el comienzo de este apartado, ahora toca esbozar la termodinámica de procesos irreversibles.

Retomando nuevamente los planteamientos que ha hecho Salvador Rueda, para él los sistemas vivos en general y los sistemas donde participa el hombre en particular son áreas donde la termodinámica muestra su mayor impacto ya que son los que contienen el mayor grado de complejidad y una línea inconfundible de irreversibilidad en el tiempo.

Estas ideas se complementan con las leyes de la termodinámica que nos explica la evolución de los sistemas. El primer principio de esta ley postula la conservación de la energía total de un sistema en el transcurso de sus transformaciones. Una formulación matemática:

$$\Delta U = q + w$$

De donde se tiene:

ΔU = Variación de energía interna del sistema

q = Calor ganado por el sistema al pasar de un estado A a un estado B.

W = Trabajo realizado sobre el sistema.

Precisando, w y q son positivos si se realiza trabajo sobre el sistema (se comprime) y si se le da calor.

De los planteamientos anteriores, se puede apreciar –según Rueda- que la primera ley no tiene en cuenta el factor de la irreversibilidad en el tiempo. No fija ningún sentido en la evolución de los procesos, en contraste con lo que se observa en la naturaleza donde aparecen sentidos preferentes (el calor se transmite de caliente a frío). Sin embargo, el segundo principio de la termodinámica, sí aporta la irreversibilidad del tiempo, y con ella una dirección bien definida para las evoluciones del sistema.

Con respecto a la segunda ley, se toma en cuenta una nueva función de estado conocida como entropía, y se define en la siguiente formula:

$$S_B = S_A + \int (dq_{rev} / T)$$

De lo anterior se tiene:

S_B = Valor asignado a la entropía de referencia del estado B.

S_A = Valor asignado a la entropía de referencia del estado A.

T = Temperatura absoluta.

dq_{rev} = Calor intercambiado en un proceso reversible ideal.

Con base en este segundo principio, aporta un criterio de evolución hacia el futuro y adquiere una fuerza especial con la interpretación estadística de Boltzman. Éste relacionó la entropía S de un estado cualquiera de un sistema con el número w de microestados compatibles con el macroestado, según la relación matemática:

$$S = k \cdot \ln W$$

k = Constante de Boltzman = $1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K

En los términos de Boltzman, la naturaleza tiende hacia el desorden, claro está si interpretamos el desorden como el número de microestados accesibles. De ahí el planteamiento de J. Rifkin y T. Howard, de que la entropía es la medida de hasta qué punto la energía disponible es cualquier subsistema del universo que está cambiando hacia una forma no utilizable (Rifkin y Howard, 1990).

Los sistemas estacionarios fuera del equilibrio.

Partiendo de uno de los objetivos de la termodinámica lineal de proceso irreversible, éste *se entiende como el estudio de los estados estacionarios fuera del equilibrio*. Según Jou y Llebot, los sistemas vivos no están en equilibrio sino fuera de él. Por tanto, un sistema en equilibrio es un sistema muerto (Jou, y Llebot, 1989).

Ahora bien, la diferencia entre un estado de equilibrio y un estado estacionario fuera de equilibrio radica en que para mantener este último hay que suministrar continuamente energía al sistema, lo cual no es necesario cuando el estado es de equilibrio.

Mínima producción de entropía.

Si tomamos en cuenta la variación de entropía dS , se define por la ecuación siguiente:

$$dS = dq_r / T$$

Donde: dq_r es el calor intercambiado entre el sistema y el medio cuando aquel evoluciona de forma ideal y reversible desde el estado inicial al estado final. Por otra parte, si en vez de utilizar el calor dq_r intercambiado en el proceso ideal reversible, utilizáramos el calor dq intercambiado en el proceso ideal reversible, se utilizaría el calor dq intercambiado en el proceso real, se tendría entonces:

$$dS \geq dq_r / T = d_e S$$

De aquí se lograría la igualdad y se aplica sólo el proceso si es reversible. Si se toma como $d_e S$ el intercambio de entropía del sistema con el exterior. Por lo que la desigualdad puede escribirse en forma de igualdad como:

$$dS = d_1S + d_eS$$

Donde: dS representa la entropía producida en el propio sistema. Esta igualdad expresa que la entropía del sistema puede variar por dos motivos:

- 1) Por transporte de entropía a través de las paredes del sistema (d_eS) (este intercambio puede ser positivo, si entra entropía desde el exterior, o negativo, si el sistema cede entropía desde el exterior);
- 2) Cuando hay una producción o creación de entropía en el interior del sistema (d_1S) (este término según la segunda ley de la termodinámica, ha de ser positivo). Mientras que en un proceso reversible, $d_1S=0$, es decir, la variación de entropía se debe exclusivamente al intercambio con el exterior, sin que la entropía total aumente. Sin embargo, en un proceso irreversible, sería $d_1S \geq 0$. Pero para un sistema aislado, es imposible un intercambio con el exterior, $d_eS=0$.

En un sistema aislado la entropía puede crecer. En consecuencia, la segunda ley no afirma que la entropía siempre tenga que crecer. Sólo es cierto para los sistemas aislados. En cambio para los sistemas vivos, la entropía puede disminuir, con la condición de que el ambiente aumente. Pero se debe tomar en cuenta que si la producción de entropía está relacionada con la disminución del rendimiento en los procesos reales, en comparación con los procesos reversibles, entonces su minimización conlleva en muchas ocasiones a una maximización del rendimiento de los procesos (Jou, y Llebot, 1989).

No obstante, para García, J, los ecosistemas en situación estacionaria son invariantes en el tiempo, pero su subsistencia es dependiente de inputs permanentes de su entorno, donde, además, exportan entropía. A diferencia de los sistemas en equilibrios estables, también invariantes en el tiempo, no han alcanzado un máximo estable entrópico y por eso son compatibles con la vida, puesto que los organismos vivos disminuyen en su entropía a expensas del entorno.

Por su parte Prigogine demostró que en ciertas condiciones (respecto a las leyes fenomenológicas), la producción de entropía en los estados estacionarios es mínima. Razonó que el término general de la entropía puede dividirse en dos partes. La primera refleja los intercambios entre el sistema y el mundo exterior y la segunda describe qué cantidad de entropía se produce del mismo sistema.

Mientras que la segunda ley de termodinámica exige que la suma de estas dos partes sea positiva, excepto en el estado de equilibrio, el primer término será tan positivo que aún siendo negativo el segundo término, la suma seguirá siendo positiva. Y sin violar la segunda ley, los sistemas muy alejados del equilibrio pueden experimentar una disminución de entropía local.

Bibliografía

- AEDENAT (1993): “Energía para el mañana. Conferencia sobre energía y equidad para un mundo sostenible”. *Declaración de Madrid*. Ed. Los libros de la Catarata. Madrid, 1993.
- Alzugaray, Juan José (1997): *Decálogo del ingeniero frente al medio ambiente*; En *¿Sostenible? Tecnología, desarrollo sostenible y desequilibrios*. Ed. Icaria; UPC. Barcelona, 1997.
- Bermejo, Roberto (1994): “Manual para una economía ecológica”; cap. V “intentos de armonizar equilibrio ecológico y crecimiento ilimitado: el concepto de desarrollo sostenible”. Ed. Los libros de la catarata. Madrid, 1994. Pp. 181-1221.
- Cutcliffe, Stephen H. (1997): “Sobre ranas, princesas e ingeniería: un posible papel para los programas de ciencia, tecnología y sociedad en la educación para el desarrollo sostenible”. En *¿Sostenible? Tecnología, desarrollo sostenible y desequilibrios*. Ed. Icaria; UPC. Barcelona, 1997.
- Daly, Herman E. –compilador- (1989): “Economía, ecología, ética. Ensayos hacia una economía en estado estacionario”. Ed. Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 1989. P. 29.
- Daly, Herman, Goodland, Robert, ET. Al. Editores. (1997): “Medio ambiente y desarrollo sostenible. Más allá del informe Brundtland”. Editorial Trotta. Madrid, 1997.
- García, J. (1995): *Els sistemes estacionaris com models de sostenibilitat per la seva minimització de producció entròpica. Congreso Internacional “Tecnología, Desarrollo Sostenible y Desequilibrios”*. Terrassa (Barcelona), 14-16 de septiembre de 1995.
- Georgescu-Roegen, Nicholas (1971): “The entropy law and the Economics Process, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1971, p. 21. Tomado de Daly, Herman en Economía, ecología, ética... Op.cit. p. 18.
- Georgescu-Roegen, Nicholas (1989): “La ley de la entropía y el problema económico”, en “Economía, ecología, ética... Op.cit. pp. 61-72.
- Guía de l’Agenda 21. *L’Aliança Global per al Medi Ambient i el Desenvolupament*, (1993): Cimera per a la Terra. Conferència de les Nacions Unides per al Medi Ambient i el Desenvolupament. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Barcelona, 1993.

- Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro, 3 a 14 de junio de 1992). Sección I. *Dimensiones Sociales y Económicas*. Cap. II.
- Jiménez, Herrero Luis M. (1996): “*Desarrollo sostenible y economía ecológica. Integración medio ambiente-desarrollo y economía ecológica*”. Cap. IV. “*Opciones estratégicas del desarrollo sostenible*”. Ed. Síntesis. Serie: actualidad. Madrid, 1996. P. 103.
- Jou, D. y Llebot, J.E. (1989): “*Introducción a la termodinámica de procesos biológicos*”. Barcelona, 1989. Ed. Labor.
- Lester R. Brown, Christopher Flavin, Hilary French, et.al (1998): Informe del Worldwatch Institute “*La situación del mundo*”. Ed. Icaria, Barcelona, 1998. P.19.
- M’Mwereria, Godfrey K. (1997): “*Una visión del sur*”; en *¿Sostenible? Tecnología, desarrollo sostenible y desequilibrios*. Ed. Icaria; UPC. Barcelona, 1997.
- Martínez Alier, Joan (1994): Cap. III. “*Pobreza y medio ambiente: una crítica del Informe Brundtland*”. En: “*De la economía ecológica al ecologismo popular*”. Ed. Icaria, Barcelona, 1994. Pp87-189.
- Median, Manuel (1997): “*¿Sostenido? ¿Sostenible? ¡Compatible! Base para un desarrollo compatible de ciencia, tecnología y cultura*”, en *¿Sostenible? Tecnología, desarrollo sostenible y desequilibrios*. Ed. Icaria & Antrazyt; 104. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- Ministerio de Medio Ambiente (1997): *Los Documentos de Río*. Declaración de Principios. La Agenda 21... en Educación Ambiental para el desarrollo sostenible. Documentos internacionales. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. 1997. Tomo 2.
- Naredo, José Manuel (1998): “*Sostenibilidad, diversidad y movilidad horizontal en los modelos de uso del territorio*”. En *ciudades más sostenibles*, página WWW. 24-IV-98.
- Naredo, José Manuel y Rueda, Salvador (1998): “*La ‘ciudad sostenible’: resumen y conclusiones*”. En *ciudades más sostenibles*, página WWW. 24-IV-98.
- Paniagua, Ángel y Moyano, Eduardo (1998): “*Medio ambiente. Desarrollo sostenible y escala de sustentabilidad*”. En *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*. 83 julio-septiembre 1998. Ed. CIS. Madrid, 1998.
- Parra, Fernando (1998): “*Ciudad y entorno natural*”, en “*Ciudades para un futuro más sostenible*”. Página WWW 24-3 98.
- Rifkin, J. y Howard, T. (1990): “*Entropía, hacia el mundo invernadero*”. Barcelona, 1990. Ed. Urano.
- Rueda, Salvador (1995): “*Ecología Urbana. Barcelona i la seva regió metropolitana com a referents*”. Ed. Beta. Barcelona, 1995.

- Tamames, Ramón (1995): “*Ecología y desarrollo sostenible. La polémica sobre los límites del crecimiento*”. Cap. XVII. “*La utopía de Gaia: aun estamos a tiempo*”. Alianza Editorial. Madrid, sexta edición, 1995.
- Ulrich von Weizsäcker E. (1997): “*Factor cuatro: duplicar el bienestar – usar la mitad de los recursos naturales*”. En *¿Sostenible? Tecnología, desarrollo sostenible y desequilibrios*. Ed. Icaria; UPC. Barcelona, 1997.
- Villamil, Serrano Armando y Maties, García Joan (1998): *Política Económica del Medio Ambiente. Aplicaciones Empresariales*. Colección Ceura Economía. Editorial Centro De Estudios Ramón Areces, S.A. Madrid, 1998.

CAPÍTULO III

LA SOSTENIBILIDAD Y EL TERRITORIO

3. La Sostenibilidad y el Territorio

En este apartado trataremos de introducir algunas de las ideas que planteamos en el capítulo anterior sobre la sostenibilidad; concretamente será un análisis que ahondará en torno a la ordenación del territorio dentro de un proceso histórico que deviene de los sistemas urbanos propios de las ciudades occidentales.

Intentaremos estudiar algunas de las propuestas aplicadas desde la sostenibilidad en la ordenación urbana; siguiendo un proceso histórico que enmarcará algunos de los elementos más significativos y rasgos procedentes del crecimiento insostenible de la actualidad. Quizá nos aproxime para comprender el desarrollo y ordenación de las ciudades, basándonos, como método de trabajo, en principio, una visión general e histórica que parte de la Edad Media. De esta manera iniciaremos por estudiar la ordenación o la composición de las ciudades, en tanto una estructura territorial determinada por procesos históricos ricos en virtudes como de contradicciones, por un lado; y su crecimiento metropolitano en el marco europeo, por el otro.

Analizaremos las particularidades que presenta el tipo de crecimiento en la ordenación de las ciudades y, la constitución de la estructura territorial que hoy día expresan ciudades en crisis por el crecimiento basado en la sobre explotación de sus recursos; se buscará explicar de cierta manera los nuevos retos que exige la sociedad actual para dar respuestas a las necesidades que, de cara al nuevo milenio, debemos priorizar en el contexto medio ambiental.

En ese mismo sentido, retomamos los planteamientos que se han vertido en el contexto de la ordenación del territorio de la Agenda 21. Destacando la idea central en la que se precisa, “iniciar y prestar apoyo a la ejecución de mejores prácticas de ordenamiento de tierras que abarquen las necesidades competitivas de tierras para la agricultura, la industria, el transporte, el desarrollo urbano, los espacios verdes, las reservas y otras necesidades esenciales” (Agenda 21, punto 7,30 literal h).

No obstante, el desarrollo sostenible es un medio para el progreso que tiene valor añadido para una comunidad, un área o en un país, además, puede suceder que no es significativo influir sobre el ecosistema. Por ejemplo, las comunidades que han existido en el área antes del desarrollo, debían ser capaces para mantener su vida sin haber dañado el medio ambiente (Bern, 1999).

De ahí entonces que, el desarrollo sostenible sea más fácilmente alcanzable cuando los promotores, ingenieros, legisladores y el público en general tomen en consideración cuando menos tres elementos importantes que van relacionados entre sí, y deben estar en función de que:

- Comprendan la interdependencia de todas las especies en el ecosistema global.

- Tengan desarrollado una educación para el público, asimismo, educar en las escuelas para que tenga éxito y sea respaldado cuando apliquen el desarrollo sostenible.
- Se tome responsabilidad para fomentar la educación sobre medio ambiente.

Al tomar en cuenta que hoy día, el proceso urbano presenta, en esta escala, un fenómeno geográfico notable. Lejos de parecer una extensión ampliamente habitable, es una población cada vez urbana, en la que un inmenso número de personas se agrupan en áreas muy pequeñas. Si a través de expulsión o compulsión ellas viven cerca de la proximidad horizontal y vertical y a muy altas densidades. Ellas prefieren aparentemente, o se les obliga a aceptar, la concentración en lugar de la dispersión. Los beneficios de acceso a los servicios y la economía de escala son al parecer una consecuencia de la proximidad y aglomeración aparentemente sin sopesar las desventajas e inconvenientes tales como: de apiñar, congestión, ruido y polución, (Bern, 1999). El tamaño, el número de ciudades y la proporción a las que muchos de ellos están creciendo sugieren que sean formas muy atractivas y aceptables de pago para la mayoría de las personas.

El mundo urbano es igualmente distintivo en términos socio-económicos. A pesar de las variaciones infinitas y complejas de tradición y cultura dentro de las que existen y entre las naciones, las ciudades parecen estar adquiriendo más propiedades en común que ellas pudiesen adquirir diferencias. Los lugares urbanos tienen muchas similitudes de apariencia física, estructura económica y organización social y son asediados por los mismos problemas de empleo y alojamiento, transporte y calidad del medioambiente. Los elementos urbanos horizontales en muchos casos son los mismos, como las áreas residenciales y comerciales que van en aumento dominado cada vez más por el desarrollo del “alto-rendimiento” construidos con estilos internacionales. El mundo urbano contemporáneo es más que un agrupamiento heterogéneo de diversos acuerdos. Muchos observadores argumentan que el espacio llegará a ser una unidad y un punto uniforme, una ciudad global en que mucho de sus habitantes están imbuidos totalmente abarcando actitudes urbanas y valores, y, siguiendo modos de conducta comunes (Clark, 1996).

En definitiva, coincidiendo con lo expuesto por la Agenda 21, sobre todo, en la propuesta del ordenamiento del territorio es conveniente tomar en cuenta, de lo expuesto en líneas arriba que, “... *el ordenamiento de tierras que abarquen las necesidades competitivas de tierras para la agricultura, la industria, el transporte, el desarrollo urbano, los espacios verdes y las reservas...*” (Agenda 21, punto 7.30 literal h), como piezas que deben ser estudiadas antes de proyectar o planear propuestas de planeación. Ya que con estos elementos se incidirán para plantear un desarrollo sostenible en la distribución y adecuación de los usos del suelo. Aunado a las políticas de integración social que busque un desarrollo económico, priorice las necesidades de la población y aumente las potencialidades del territorio y se busque la armonía con el medio ambiente.

3.1. La Necesidad de Ordenación del Territorio

Consideramos necesario hacer una precisión del término Ordenamiento Territorial; concepto que es importante aclarar a la hora de enmarcar nuestro estudio en la comparación de la ciudad de Puebla. Ya que como una pieza clave denota un proceso que transforma el territorio y le va dando forma y contenido, por lo que nos hemos apoyado en el planteamiento de Manuel J. Amaya, que a su vez fue extraído del boletín de la Comisión de Ordenamiento Territorial colombiano: se entiende entonces por Ordenación del territorio “*como un conjunto de acciones concertadas para orientar la transformación, ocupación y utilización de los espacios geográficos, buscando su desarrollo socioeconómico y teniendo en cuenta las necesidades e intereses de la población, las potencialidades del territorio considerado y la armonía con el medio ambiente*” (Amaya, 1998).

A nuestro juicio podríamos utilizar para el caso del estudio propio, la Ordenación del Territorio: *es la transformación, apropiación y reutilización de los usos del suelo para cubrir ciertas necesidades de la población y manteniendo en lo posible un desarrollo socioeconómico más sostenible entre naturaleza y sociedad; además, tener en cuenta los recursos medioambientales en el contexto de una aproximación a la armonía con el entorno, y aprovechando los recursos del presente sin perjudicar a las generaciones futuras.*

Por otra parte, cabe recordar que nuestro estudio va en el sentido de un análisis histórico como planteamos en las primeras líneas de este capítulo, de ahí entonces que podemos decir que hasta la época barroca, se mantenía un “modelo” territorial en el cual las parcelas se identificaban por su estructura delimitada y diferenciada por lo urbano y lo rural. La ciudad se sometía a un plan geométrico estricto en el que la ortogonalidad y la perspectiva horizontal triunfaron sobre la perspectiva vertical que identificaba y ordenaba a la ciudad medieval (Naredo, 1995).

La constitución de la ciudad en un principio obedecía también a una explicación más de defensa que de aspecto urbanístico; se aseguraba la defensa interna de las ciudades, delimitándolas por murallas creadas, además, como fronteras entre el entorno rural, al tiempo que se evitaba la dispersión del núcleo interior; pese a que desde el interior expresaba una organización caótica en cuanto a su estructura territorial y espacial.

Sin embargo, la configuración espacial de la ciudad en ese entonces facilitaba y creaba de algún modo problemas antihigiénicos, aunado a la que preconizaban las ideas renacentistas lograron derribar aquellos recintos amurallados de aquellas ciudades fortalezas para abrir una nueva visión de ciudad con dirección hacia el espacio abierto. Las ideas de cambio desarrollaron en ese periodo y al final tomaron cuerpo siguiendo las características de la ciudad abierta, lo que implicó señalar posteriormente una nueva ordenación del territorio. Conbase en esa perspectiva la mecánica newtoniana y la geometría de Euclides fueron las que impusieron criterios y modelos de crecimiento, y por supuesto de orden.

Al mismo tiempo, las ideas romanticistas del siglo XVII preconizaron un estilo de vivir propio de la época, sobre todo, al construir sobre el entorno rural con la intención de estar más próximos a las ciudades; se dice también que fue la antesala, prácticamente, como conocemos las ciudades de hoy día, incluso, reflejo del paradigma de la “ciudad jardín”.

Al paso del tiempo, con la llegada de la revolución industrial, el proceso de crecimiento de las ciudades y, por tanto, de la estructura territorial fue cambiando. Por supuesto que, la constitución anterior de percibir y construir en el territorio de manera centralizada, ocasionó para ello llegar a conformar una estructura basada en la dispersión parcelaria de la ciudad en síntesis, la fragmentación del espacio. Era el momento de comprender que la ordenación territorial entraba en un proceso de dinamismo abierto a la conquista de espacios rurales para la necesidad de expansión que exigía la ciudad.

Como lo expresa de cierta manera José M. Naredo al decir que, los enfoques de una ciencia parcelaria y de una ética depredadora e insolidaria se alimentaron mutuamente para hacer más parcial y atomizada la reflexión; claro está, la construcción de la estructura territorial no era exenta de este dinamismo. Es este reflejo con el que hoy día se puede, en parte, comprender el crecimiento de las ciudades insostenibles. La explotación y consumo de recursos: energía y materiales, eran inevitables desde entonces (Naredo, 1994).

De esta manera la construcción de la ciudad y su estructura interna fue paulatinamente creciendo debido a necesidades tanto de su propia extensión, como de la demanda de la población que, con base en la estructura urbana con ciertos tramos multidireccionales basados en una red primaria de vías radiales, diagonales, que responden de manera eficaz a las diferentes solicitudes de tránsito urbano, permitieron asegurar una cohesión orgánica del conjunto espacial y se preveía una red unitaria para la ciudad. Mientras por otra parte, la segregación social se produce, además, por la concentración y trituración de la ciudad intramuros y los problemas asociados a la salubridad y de la movilidad restringida (Rueda, 1995).

Hoy día podemos afirmar que las ciudades europeas están sufriendo cambios muy importantes tanto al interior como de sus áreas conurbadas, debido en parte, a las consecuencias de las nuevas demandas de sus habitantes y de las transformaciones en los usos del suelo urbanos. Es decir, en un principio se construyen como estrategia de defensa contra las fuerzas externas, mientras que con el paso del tiempo estas formas de construir ciudad fueron transformadas por las necesidades que irían surgiendo para abastecer la demanda de la migración y del crecimiento natural de las ciudades, y en paralelo el propio desarrollo industrial daba las pautas de este crecimiento. Sin embargo, actualmente, podemos ver que el proceso se convierte aún más complejo. Según Monclús, Fraga y Francisco, Javier, plantean que existe un vaciamiento de las áreas centrales con tendencia hacia la terciarización y con pautas de “suburbanización”, “periurbanización”^{*} y dispersión generalizada de las ciudades al sur de Europa (Monclús y Francisco,

^{*} Entendemos este proceso de “suburbanización” como a la dispersión suburbana o entre los límites de la ciudad en sí y su perímetro colindante con otros municipios. Este término igualmente proviene del concepto de “periurbanisation” de la literatura anglosajona, así como de la “périurbain” francesa. Para el caso de la “periurbanización” es aquel situado en la periferia de la ciudad, que era eminentemente rural y que ha sufrido grandes transformaciones económicas, demográficas y sociales. De donde parte los asen-

1999). Estas características pueden ser asimiladas tanto para las ciudades europeas como las latinoamericanas, las similitudes se cierran cada vez. Asimismo, la franja periurbana se presenta como un espacio donde se da una yuxtaposición de áreas construidas ex-novo, hábitat rural preexistente, polígonos industriales, espacios agrarios, vías de comunicación y lugares de ocio (Formigo y Aldrey, 1999).

Por otra parte existe otro de los planteamientos que tratan de explicar el ordenamiento territorial. En este sentido expondremos algunas de las ideas del modelo funcionalista. Con base en la necesidad de planificar nuevas ciudades para responder a los múltiples conflictos internos.

Se pensaba controlar la expansión urbana hacia el campo; para ello distintos movimientos confluyen para tomar algunas medidas y frenaran ese avance. La idea o más bien la utopía respecto a la confluencia de la fusión y la integración de ciudad y campo se convierte en el paradigma de inicios de siglo XX. Aquí surgen entonces los principios corbuserianos y las ideas de la ciudad jardín de Howard. Así participaron también algunas de las ideas de los Congresos de Arquitectura Moderna (CIAM) con la propuesta de “Ciudades verdes” donde se concibe una ciudad insertada a la naturaleza, que es parte de la idea de los funcionalistas: la integración de la naturaleza a la ciudad.

Desde esta perspectiva, se hace una crítica al modelo de ciudad del siglo XIX, las razones entre otras serían, por la falta de zonas verdes (incluso espacio para ocio), el alejamiento de la naturaleza o su subordinación por parte de la expansión irracional de la ciudad; asimismo, a la par de las contradicciones del modelo de ciudad, se presenta el problema la falta de higiene, etc. En respuesta al fenómeno anterior, se proyecta una ciudad caracterizada por su funcionalidad, al tiempo que dependía de la demanda que exigían sus habitantes. Es en este momento que se perfila el funcionamiento espacial y la segregación física y socialmente. Por un lado, existe un centro que se planifica para los negocios y el comercio; mientras que por otra parte, la segregación de las residencias obreras tiende hacia la periferia entre polígonos industriales y nuevos asentamientos; de esta manera, la expansión territorial clasifica una nueva constitución de la estructura territorial.

Sin embargo, es con Le Corbusier, cuando se redefine el espacio urbano, la vivienda presenta una función colectiva, zonificando el espacio con cuatro aspectos básicos: Vivienda, Trabajo, Ocio y Movilidad, (Rueda, 1995); donde las cuatro partes que tratan de componer el espacio físico de la urbanización, no sólo explican una relación de concomitancia, sino por el contrario, es una segregación de espacios, de conceptos que no determinan *per se*, o de las cualidades que componen cada elemento para el proceso urbano. Sin embargo, es la movilidad la que separa cada una de estas cuatro partes y las parcializa aun más al desintegrar una posible integración de las mismas. De ahí entonces, las cuatro partes estén separadas de la intención de relación.

tamientos procedentes de la ciudad hacia estos lugares para convertirlos en espacios de carácter residencial, pese a que las personas que la habitan trabajen en la ciudad. Al tiempo que se produce una aplicación intensiva por los usos del suelo en proceso de urbanización (residencial, industrial, ocio, agrícola, infraestructura viaria, etc.).

Estas mismas funciones que se desarrollan en la ciudad se analizaron también en el año de 1941 en la Carta de Atenas, documento que fue redactado por Le Corbusier; de esta Carta expondremos algunos de sus planteamientos a saber:

- Se presenta la necesidad de un planeamiento supramunicipal y regional que integre el crecimiento en el marco de los recursos naturales de la región, de sus posibilidades recreativas, etc.
- Se critica el modelo de ciudad del siglo XIX por sus escasas zonas verdes y la falta de equipamientos colectivos, etc.
- Se enfrenta al modelo funcionalista porque plantea una ciudad clasificada utilitariamente pero también segregada socialmente: el centro de la ciudad reservada para los negocios y los servicios de la administración; la residencia obrera segregada a lo largo de la ciudad lineal industrial.
- Por otra parte, en este proceso de crecimiento de la ciudad funcional, se caracteriza por cuatro formas básicas: habitar, trabajar, recrearse y circular, lo que ha obligado a una zonificación estricta del espacio urbano.
- Los diferentes elementos del sistema urbano (zonas libres, redes viarias, viviendas) se jerarquizan y distribuyen de acuerdo con el análisis y práctica funcionalista: las funciones se separaban entre sí. En realidad se trata de comprender cómo funciona una ciudad: trayectos y ritmos.

Las consecuencias no se hacen esperar; este modelo funcionalista que lleva de la mano un crecimiento acelerado, derrocha un frenético consumo de energía y materiales, donde su expresión más evidente se hace en la movilidad; aquí el transporte es el elemento que juega como motor de expansión y consumidor de energía. En tanto la parte opuesta de este fenómeno se convierte como su lugar estratégico de la expansión: la especulación inmobiliaria. Tanto crece la especulación como la congestión vial, aunque esta última provoca un incremento en la contaminación medioambiental. Es aquí donde el modelo de ciudad manifiesta una segregación social y territorial como producto del funcionalismo espacial y del crecimiento hacia todas direcciones. Para los casos de los países latinoamericanos es una forma de deestructuración del territorio.

Si bien es reconocido, según Salvador Rueda, con el nuevo sistema urbano se caracteriza por la simplificación de sus partes, donde se entiende que las partes de la ciudad empiezan a ser más complejas, consumen más material, bienes de consumo; el territorio mismo es un bien que se intercambia y se valoriza para incidir en el proceso de expansión sin límites.

Con base en los planteamientos expuestos, se observa que la ciudad de hoy día, tiende hacia un incremento de conflictos y a la insostenibilidad; no obstante, ante la amenaza de una catástrofe previsible, se buscan y se están investigando nuevas propuestas y alternativas que, basados en el desarrollo sostenible encaren la infinidad de problemas acuciantes a la sociedad del presente y brinden oportunidades a las generaciones futuras.

Existen desafíos ante la crisis urbana de este fin de siglo. Y es la preocupación del medio ambiente la que ha tenido énfasis en estos últimos años. Sin embargo, la ordenación del territorio, es uno de los elementos importantes a destacar a la hora de proyectar y planificar la ciudad. Como hemos mencionado en el capítulo anterior, el desarrollo sostenible debe ser la pieza que enganche perfectamente en la sostenibilidad global para la ordenación territorial. Porque es posible mirar desde un sistema urbano local para replantear parámetros más globales de sostenibilidad.

Por ello se ha dicho que la sostenibilidad de los sistemas urbanos es imperativo actualmente. Ya que como es sabido que la mayoría de los habitantes viven hoy día en las ciudades por lo que es urgente encarar las múltiples expresiones de insostenibilidad que despilfarra y agota los recursos sin que existan en estos momentos razones justificantes para su extinción.

En tanto que, retomando nuevamente los planteamientos de Salvador Rueda, para la aplicación de los principios de planificación, -dice- que ha generado una serie de disfunciones y ha provocado limitantes del funcionamiento del sistema, por lo que él resume las disfunciones en tres aspectos:

- a) El problema que genera más disfunciones en los sistemas occidentales es el uso del automóvil, porque es el mayor consumidor de energía y por supuesto de los usos del suelo (directa o indirectamente), asimismo, como el factor que incide en los nuevos asentamientos urbanos más de los límites físicos de los municipios; también como el productor de más entropía dentro del sistema.
- b) El segundo es el que está relacionado con el consumo de energía y materiales. Sobre todo, con el uso actual de los recursos naturales donde sitúa a los sistemas urbanos en una competencia entre ellos a costa de consumos ingentes de materiales y energía; destruyendo de esta manera los sistemas rurales y naturales.
- c) Por último se refiere a la disfunción por la segregación de la población en la ciudad. La utilización de indicadores como el nivel de renta, o por grupos étnicos, se da la manifestación espacial de injusticia social y equidad. Como resultado la inestabilidad social, marginación y delincuencia.

Tanto el inciso “a” como el “b”, deben entenderse desde un punto de vista que plantean los flujos que desarrolla en función constante por la movilidad obligada; esta función se establece gracias a la ciudad “difusa”, fragmentada y segregada del proceso actual de urbanización. Si bien existe una disfunción por el uso del automóvil que trae como consecuencia el mayor consumo de energía, se debe más a la lógica de un desarrollo basado en el crecimiento y la devoración del suelo agrícola y la apropiación indiscriminada de los espacios “verdes” que en lugar de ser útiles a los habitantes se destinan en ocasiones a otros usos distintos.

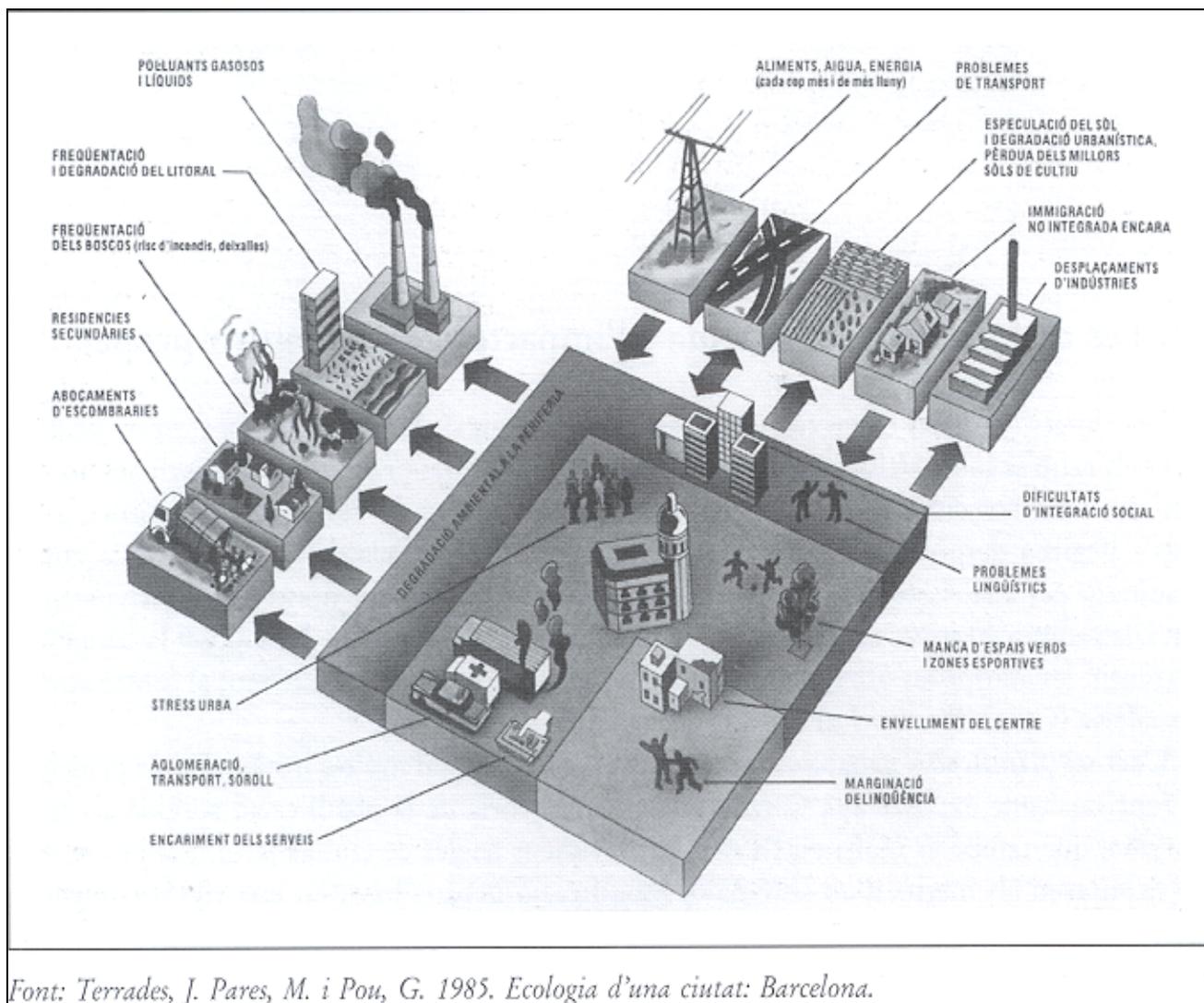
Mientras que por otra parte se puede percibir que existen otras características y maneras de concebir el desarrollo metropolitano; qué queremos decir con esto, pues, es el proceso que va adquiriendo por ejemplo, una zona de expansión de las periferias o terrenos agrícolas próximos a la ciudad; para lograr enmarcar las ideas anteriores, nos auxiliaremos en el sentido que lo expresan los siguientes autores: Mérida, Ocaña y Perles; ellos analizan las características ambientales que cualifican potencialmente a una zona determinada y se perfilan cuando menos en dos sentidos:

1. Existen causas denominadas “subjetivas” las que se relacionan con zonas de nueva creación determinada a valores de nivel social ya consolidados con otra. La asociación puede venir por causas topológicas (cercanía en el espacio), o por causas tipológicas (asociación de formas constructivas o estilo de urbanización).
2. Y por otro nivel como razones “objetivas”, de razones intrínsecas de calidad y nivel de vida ofrecidas por la zona en cuestión: puntos funcionales de servicios y condiciones ambientales (disfrute del entorno, la densidad de zonas verdes o las cercanías con otros elementos como por ejemplo el mar).

Estos autores, afirman que, existe una relación directa entre los elementos físicos del territorio y la calidad de la residencia, relación que se plasma en el espacio a través de la segregación social y espacial (Mérida, Ocaña, y Perles, 1999). Elementos que también coinciden con lo expuesto anteriormente. A nuestro juicio son estos entre otros factores los que están incidiendo de manera directa en el proceso de expansión del territorio y por supuesto los que le dan las pautas al crecimiento. De ahí la preocupación por la conservación y la necesidad de una planificación que tome en cuenta el medio ambiente y enfatice en la sostenibilidad del territorio en expansión.

Por otro lado, en concomitancia de lo anterior también influyen los siguientes factores en la expansión y crecimiento de las ciudades: “*las grandes ciudades españolas están transformando sus periferias, debido a una serie de factores: elevación del nivel de vida, calidad ambiental y residencial, proximidad a espacios verdes, popularización del automóvil y aumento de la movilidad, encarecimiento del precio del suelo en zonas centrales, planeamiento urbanístico, etc.*” (De Miguel, 1999). Estos factores están a la orden del día en la conformación y transformación del territorio y por supuesto de la ciudad y su área metropolitana. De ahí la preocupación por el ingente consumo y destrucción de los recursos, concretamente en materia y energía. Aunado a las características que constituyen el espacio metropolitano de parques industriales, parques empresariales, polígonos mixtos, centros comerciales, y de ocio, parques recreativos, parques de oficinas, parques tecnológicos, parques científicos, etc. Promovidos por las inmobiliarias para consolidar imágenes de marca a las iniciativas urbanísticas e inmobiliarias que lleven a cabo (Feria, 1999).

En la Figura 3-1 se puede observar de cierta manera la problemática ambiental asociada a las estructuras urbanas.



Font: Terrades, J. Pares, M. i Pou, G. 1985. *Ecologia d'una ciutat: Barcelona*.

Figura 3-1. Problemática ambiental

Fuente: Salvador Rueda, “*Ecología urbana. Barcelona i la seva regió metropolitana com referents*”. Ed. Beta. Barcelona, 1995.

Hemos utilizado algunos planteamientos teóricos que podrían insertarse en nuestro análisis debido a la importancia que enfatiza en la ordenación del territorio. Y están en relación con los problemas medioambientales que se relacionan con los usos del suelo (según el Consell Internacional per a les Iniciatives Ambientals Locals, ICLEI, 1998) para la ordenación del territorio podrían tomarse en cuenta, entre otros:

- a) Las condiciones del suelo pueden ser caracterizadas por los usos de su superficie (bosques, agricultura, espacios verdes al interior de la ciudad y el entorno urbano).
- b) La calidad de las aguas para usos domésticos y la industrialización, dependerán de las estructuras de las aguas subterráneas, por lo que es necesario su protección y evitar que sean permeables y lleven consigo contaminantes a la superficie y se filtren los contaminantes hasta los niveles freáticos.
- c) Racionalizar algunas áreas de la ciudad con carácter de prevención para garantizar una cohesión del paisaje natural y el entorno urbano más inmediato y funcionalizar los elementos ecológicos para vivir de manera sostenible posible.
- d) Mantener los usos del suelo a la capacidad de la demanda de sus habitantes y de sus necesidades sin perjudicar las generaciones futuras. Es decir, que exista una relación entre los usos reales del presente y preservar los espacios destinados a cada demanda racional tanto de recursos como de los sectores productivos y de coexistencia equilibrio entre la producción y el consumo.

Lo anterior también preocupa si tomamos en consideración que, mientras los indicadores económicos como la inversión, la producción y el comercio son sistemáticamente positivos, los indicadores ambientales clave en este proceso son cada vez más negativos. Los bosques menguan, los niveles freáticos descienden, los suelos se erosionan, los humedales desaparecen, las praderas se deterioran, los ríos se secan, las temperaturas aumentan, las especies vegetales y animales desaparecen, etc. La economía mundial, tal como está estructurada actualmente, no puede continuar su expansión si el ecosistema del que depende continúa deteriorándose al ritmo actual (WorldWatch Institute, 1998).

3.2. Visiones sobre la Sostenibilidad Urbana

Retomando nuevamente los planteamientos que ha hecho Naredo, volvemos a mencionar otras de las ideas expuestas en su texto conocido por nosotros, ya que son de utilidad en estos momentos porque hablaremos sobre la sostenibilidad urbana. Según Naredo, que el principal problema al interior de las ciudades reside en que la sostenibilidad local de éstas se apoya más en la creciente *insostenibilidad global* de los procesos de apropiación y vertido de los que dependen para su funcionamiento (Naredo, 1994).

Por su parte, desde la perspectiva de la UE (Unión Europea), con base en el Libro Blanco del Medio Ambiente Urbano (1990) radica su preocupación también no sólo en las ciudades en sí mismas, sino que expresa su interés por preservar y velar por todo el territorio de aquellas.

Como bien se plantea en el Informe del Grupo de Expertos sobre Medio Ambiente Urbano de la UE: Ciudades Europeas Sostenibles (1995). Aquí se puede apreciar que el desafío de la sostenibilidad urbana apunta hacia tanto la resolución de los problemas causados en las ciudades como los que producen entre las ciudades (UE, 1995).

Este desafío se enmarca para comprender cómo las ciudades pueden ser más sostenibles, incluso los planificadores retomen de elementos para conseguir la deseada sostenibilidad. Si se toma en cuenta que, las ciudades están determinadas como sistemas organizados de componentes biofísicos y socioeconómicas que interactúan entre ellas; en consecuencia llega a afectar el nivel de presión ambiental que ejercen los componentes del sistema de forma individual.

En cuanto a la dirección que podría tomar la sostenibilidad urbana, sobre todo, para las ciudades que se extiende más allá de las fronteras delimitadas en el ámbito jurídico-políticos, cabría tomarse como una de las repercusiones que ejerce sobre el entorno; de ahí que, siguiendo los argumentos de Alberti y Susskind, se tenga que reconocer de alguna manera los siguientes elementos que interactúan al interior de las ciudades (Alberti y Susskind 1996):

1. Se debe tomar en consideración las necesidades de todas las personas tanto de los presentes como de las generaciones futuras.
2. Con base en los límites de ciertos recursos tanto local como global, debe absorberse la presión de las actividades humanas.

Ahora bien, para entender el proceso de desarrollo de la sostenibilidad en el territorio, cabe tomar en cuenta las teorías que se discutieron en el capítulo dos, por ejemplo, el de la teoría ecológica, podría plantearnos algunas de las ideas generales al manifestar ciertas variables medioambientales en la toma de decisiones de la gestión urbana, con base en sus modelos. Enseguida nos auxiliaremos de la visión de los sistemas estacionarios y

de las estructuras disipativas, las ideas de complejidad y entropía desde la complejidad de la ordenación del territorio. Al final se planteará algunas de las soluciones, respecto a indicadores urbanos y de las auditorías medioambientales que las ciudades y área metropolitana proponen para la sostenibilidad local y/o global.

Consideramos que el funcionamiento de la ordenación del territorio, está implícita en el contexto de un modelo económico que afecta, indudablemente, el desarrollo sostenible, para ello ha de retomarse el modelo de la economía ecológica para dar una explicación más objetiva; también podemos mencionar la sustentabilidad en el territorio, concretamente en lo que se refiere a los usos del suelo urbano. En primer lugar, la forma en la cual se expresan los *niveles espaciales o escalas*, como lo plantean en el ámbito agrario Paniagua y Moyano; pero, para nuestro caso de estudio, enfocados más al suelo urbano y acordes con las necesidades de sus habitantes, sería explicar los efectos sobre el territorio y cómo se modifican en ciertos períodos concretos, por ejemplo, en un mediano plazo previendo el futuro; en segundo lugar, las *interrelaciones que tiene el espacio físico con respecto a los niveles de un sistema de ciudades* para alcanzar un proceso que conduce hacia metas de sustentabilidad, (Paniagua y Moyano, 1985).

Por otra parte, hablar un tanto sobre algunas pautas de sostenibilidad, permite hacer referencias a los planteamientos de la termodinámica de procesos irreversibles que nos ayudarán a establecer las vías de sostenibilidad. Con base en esta aclaración, tomaremos por ejemplo una referencia de la termodinámica clásica y los procesos evolutivos dentro de los cuales se sitúa los criterios de sostenibilidad; sin embargo, es la termodinámica de los fenómenos irreversibles la que viene a resolver esta situación al estudiar los sistemas estacionarios y las estructuras disipativas, modelos que nos explican las situaciones de los sistemas fuera del equilibrio en los que deben establecerse las vías de sostenibilidad (García, 1995).

En definitiva, tomando en cuenta que, la ciudad se comporta como un *ecosistema** siendo el hombre y sus sociedades subsistemas del mismo; al tiempo que la ciudad se sustenta en variables autoregenerativas siendo la dialéctica competencia-explotación versus cooperación-conservación los mecanismos que regulan la flexibilidad de éstas (Rueda, 1994).

Del mismo Rueda, destaca, en tanto todo ecosistema contiene una comunidad de organismos vivos, donde predomina el hombre, un medio físico que se va transformando fruto de la actividad interna, y un funcionamiento a partir de intercambios de materia, energía e información. En ese sentido queremos prestar atención a la forma de construir la ciudad y por su puesto los cambios que va sufriendo el territorio. Sin embargo, en ocasiones esa transformación que sufre el ecosistema tiene también sus orígenes en la sobre explotación de los recursos y de la apropiación irracional de los usos del suelo. Es esta explotación que se concreta también en aportación y concentración en el sistema de la materia y la energía necesarias para la reproducción de éste; y aumentando la complejidad del consumo de los recursos: agua, alimentos, la electricidad, combustibles fósiles, etc., donde los recorridos se vuelven más lejanos, para abastecer la expansión de la ciudad y su área metropolitana.

* Ecosistema: de acuerdo con lo planteado por Salvador Rueda, es la relación multivariada entre organismos y medio ambiente en un espacio determinado, llegando a lograr una constancia en ese medio ambiente. Esta idea es retomada al mismo tiempo de R. Margalef, (1986).

3.3. La Teoría Ecológica en el Territorio

Con base en el planteamiento de Salvador Rueda, al decir que la ciudad es un ecosistema, además, tomando como el nivel de organización y de estudio a la ecología; enmarcaremos a la ciudad y la ordenación del territorio en ese proceso dinámico de transformación.

Si bien una de las características que podemos obtener en los ecosistemas es el volumen de energía que viaja por fuera de los organismos vivos, la energía que hace funcionar el sistema y la enorme movilidad horizontal que permite explotar otros ecosistemas a distancias más o menos lejanas; asimismo, se considera a la ciudad compleja por la inclusión de multitud de artefactos culturales portadores de información (Rueda, 1994).

Sin embargo, dada la complejidad de los sistemas urbanos, se apoya necesariamente de la explotación de los recursos ubicados en espacios más o menos alejados; de ahí entonces, en parte, se puede comprender el lado opuesto de la transformación del territorio, es decir, por la concentración y aportación en el sistema de materia y energía necesarias para la producción del mismo sistema. De esta manera el desarrollo industrial y demográfico, analizándolo desde el punto de vista de la ecología, son productos de la aceleración de la tasa de consumo de combustibles fósiles.

Para unificar criterios entorno a la característica del sistema, el hombre mismo y sus sociedades pueden considerarse como subsistemas en el interior del ecosistema, basándose en un conjunto de procesos de carácter homeostático, esto quiere decir, según Rueda, (1994): los efectos de pequeños cambios en los insumos que serán negados y; por otro lado, el estado de constancia se mantendrá mediante un ajuste reversible para renovarse en un equilibrio imperfecto. De esta manera se renueva la constancia de sus variables a base de modificar las internas y externas. Éstas dos últimas variables son válidas para ambas. Para ejemplificar un poco más el desarrollo de éstas se tiene que las (internas) comprendidas en la competición y dependencia mutua se fija de manera fisiológica e inestable, entre órganos, tejidos y células; y las (externas) como las especies que viven juntas en un bosque o en las tipologías de personas dentro de una sociedad que se encuentra en equilibrio inestable de dependencia y competición.

Se dice por otra parte que dentro de los sistemas existen a su vez subsistemas que son potencialmente regenerativos, es decir, que escapan a una progresión exponencial, como por ejemplo, la población, consumo de materia y energía, ocupación del suelo fértil, así como de los usos del suelo urbanizado, etc. Sin embargo, esas potencialidades regenerativas de los subsistemas, desde la óptica de la ecología, se contrarrestan mediante circuitos reguladores, con el fin de alcanzar el “estado de constancia”. Donde éste estado de constancia de ciertas variables mantiene cambiando otras variables, por ejemplo, el cambio social.

No obstante, los ecosistemas urbanos pueden describirse en términos de variables interconectadas, en las cuales existe un nivel superior o inferior de tolerancia; dentro de unos límites que permite modificar las variables para lograr adaptaciones. Por otra parte, cuando existe tensión, una variable tiene que adoptar un valor cercano a su límite de tolerancia superior o inferior, luego entonces, se puede decir que se encuentra “tensionado”, a su vez permite que la variable carezca de flexibilidad. Mientras tanto la flexibilidad se define como una potencialidad para el cambio sobre todo, cuando no está utilizada (Rueda, 1994).

3.4. La Flexibilidad de las Variables Urbanas

Al tomar en cuenta que las variables están intervenculadas, es decir, “estar tensionado” respecto a una variable, significa que otras variables no pueden modificarse sin actuar sobre las que están tensionadas. Provocando una falta de flexibilidad para esparcirse sobre el sistema.

Para explicar la idea anterior, consideramos el caso de una ciudad, con respecto a la integridad de su territorio que se encuentre saturada en su totalidad por el tráfico de vehículos, con esa condición, se hace necesario reducir la flexibilidad de esta variable. Y para lograr esa reducción, en este caso se lograría aumentando la vialidad y los accesos del tránsito; por ejemplo, los cinturones de rondas, vías rápidas, etc., así como ampliar los aparcamientos en el centro, ensanchamiento de las calles y avenidas principales, reducción de aceras; estos elementos vendrían a disminuir en parte los problemas del tráfico, al tiempo que fluiría la circulación, en consecuencia aumentaría la flexibilidad de esta variable. Sin embargo, dada la situación anterior, plantea como resultado la disminución de la flexibilidad de las variables que la acompañan, mientras que por otra parte, traería como consecuencia una serie de fenómenos propios de la era industrial y del incremento del consumo de energía: aumenta la contaminación atmosférica, aunado al del ruido, se incrementan los accidentes del tráfico, polución de partículas suspendidas, etc. Un proceso contradictorio en el cual cae hacia un círculo vicioso.

Aquí es menester retomar un planteamiento hecho por Naredo en los siguientes términos, “... *la ciudad lejos de ser un proyecto diseñado y controlado por el hombre, se ha convertido en una realidad que escapa a su control. Ya que, como no podía ser menos, la configuración del territorio y los asentamientos siguen siendo fruto del metabolismo intelectual y de la propia configuración de la sociedad, con el agravante de que ahora evidencian las disfunciones globales que ocasionan unos enfoques crecientemente parcelarios*” (Naredo, 1994).

Dado que los sistemas urbanos presentan las características mencionadas, incluso, variables que deberían incorporarse por ser flexibles, han sido inmovilizadas, mientras que otras que debían ser más o menos estables, empiezan a crecer sin control, de forma inesperada envolviendo las variables hacia una reducción de flexibilidad. Tal es el caso de la expansión masiva del espacio urbanizado, aquí la flexibilidad se pierde. En cuanto al consumo de materia y energía que debía aumentar proporcionalmente a la compleji-

dad del sistema urbano debido a la eficiencia energética y de sostenibilidad, ha aumentado de manera exponencial, reduciéndose hasta que el sistema ejerza su efecto regulador a causa de la escasez y la limitación de los recursos (Rueda, 1994).

Ahora bien, para comprender los cambios que suceden en los sistemas urbanos del mundo podría plantearse en dos direcciones:

- a) Debido a la complejidad de las grandes urbes se deben conocer las regularidades del sistema para incidir en ella.
- b) Lograr también que en aquellos mecanismos se establezca una reducción en las disfunciones en la ciudad, para que se puedan establecer modelos alternativos y nos conduzcan hacia la sostenibilidad de los sistemas humanos.

¿Qué resultados nos traerían la reducción de la flexibilidad? Para ello lo único que obtendríamos en este episodio de la estrategia es ensanchar aún más los problemas y disminuir la flexibilidad de las otras variables que la acompañan; de ahí entonces, provocaría una falta de flexibilidad que se disemina por el sistema. En conclusión, estamos percibiendo, con base en nuestro ejemplo, que la circulación generalizada del tráfico rodado es entre otros problemas principales de “disfunciones” del mismo sistema. Estas disfunciones de la ciudad actual, devienen como consecuencia acumulativa del mismo proceso, es decir, el agotamiento de la flexibilidad. De las respuestas.

Qué nos puede preocupar en estos momentos, cuando se habla de la sostenibilidad del sistema, seguramente el uso de soluciones basados en la tecnología actual que actúan de manera tal que desbordan los límites de la explotación de los recursos y que al final vendrán directamente a impactar en los usos del suelo urbano. Pero, la direccionalidad lineal que indique resolver problemas sería entre los elementos una ayuda para explicar las disfunciones de la ciudad y del territorio. Retomando nuevamente el ejemplo nuestro sobre la vialidad, esas disfunciones recaerían en un modelo de desarrollo basado en la construcción de grandes infraestructuras, priorizando el vehículo privado con un modelo de crecimiento espacial funcionalista aplicado por la linealidad simplista de los problemas. Pero al mismo tiempo, es el trazado de las infraestructuras que demandados por la movilidad permiten el tipo de crecimiento urbano más allá de los límites planificados. Es la movilidad la que trasciende y magnifica los fenómenos de la segregación.

Sin embargo, los componentes del ecosistema urbano, se sabe que dependen tanto de uno como de otros o del otro. Donde esta dependencia se regula a través de mecanismos de retroalimentación, para hacer que cada cual ocupe su espacio, para establecer relaciones multivariadas de los integrantes del sistema; es aquí donde se establece también, la cooperación y la conservación para configurar los mecanismos opuestos a la competencia y a la explotación en flexibilidad de las variables autoregenerativas.

De los propósitos en la ordenación del territorio, existen elementos dominantes también en las empresas, instituciones multinacionales, entre otros entes similares, para establecer relaciones de competencia, explotación, la determinación del comportamiento del otro, del uso y transformación de lo otro. A su vez, se convierten en disfunciones de la ciudad para traspasar fronteras de lo regional, local, nacional y llegar a lo mundial. A

la larga provocan estos elementos, un incremento en la uniformidad de los estilos de vida, la uniformidad de las disfunciones de la ciudad, de las formas urbanas, del territorio y del crecimiento para la conformación de la ciudad.

La ciudad desde esta forma de construcción o de crecimiento, nos lleva a la misma lógica planteada por el modelo funcionalista. Si estamos conscientes de que los agentes económicos que más se insertan en la transformación selectiva del espacio urbano, son los que en última instancia le dan forma y contenido, obviamente, desde sus propios intereses, entonces, el uso racional o irracional que se le da al territorio estará en función de quienes van conformando cada espacio intersticial de la ciudad. De allí entonces, la generalización de procesos en disfunciones que llevarán a la ciudad hacia el caos urbano.

En definitiva se obtiene unos mecanismos que afectan al sistema por medio de la destrucción, la explotación sin límites de los otros sistemas, provocando con ello el agotamiento de los recursos naturales; de esta manera se da soporte nuevamente al modelo de crecimiento basado en el incremento de la infraestructura, más carreteras, consumo, equipamiento; aunado al flujo constante de transportes, pasajeros, mercancías, capitales, información, etc. Esto se traduce en una depredación del espacio, y a un consumo de materia y energía cada vez mayor.

Lo más evidente del proceso anterior es que los mecanismos que en teoría deberían ser reguladores del consumo de suelo, materia, energía y tiempo, en lugar de ejercer su función de aumentar la flexibilidad, se convierten cada vez más en avaladores y justificadores de los mecanismos de competencia y explotación. Por lo que la actual planificación urbana todavía continúa reflejando, en muchos casos, los principios de funcionalismo expuesto en la Carta de Atenas. En suma, el modelo funcionalista lleva inherente el despilfarro de suelo, tiempo y energía (Rueda, 1994).

Para hacer referencia un tanto a la capacidad de carga, mencionada en el capítulo anterior, habría que aludir el modelo de sostenibilidad.

Si el planteamiento de la flexibilidad de las variables comentadas en el apartado anterior, refiere al territorio urbano, en ellas se aprecia que afectaba separadamente a la globalidad del espacio urbano y se determinó una escala de valores para medir el potencial del sistema.

El enfoque presupuesto como flexibilidad se puede interpretar con la siguiente condición llamado holístico (sistémico) integrado, lo que implica un estudio del efecto de las variables en su conjunto dentro del territorio; de ahí podría obtenerse la capacidad de carga y su definición que los ecologistas proponen.

En este apartado trataremos de utilizar una acepción en torno a la “*Capacidad de Carga*”, con la finalidad de contextualizar el objetivo de éste. Siguiendo los planteamientos de algunos ecologistas como a Rees y Wackernagel, para ellos la capacidad de carga es: *la máxima población de una especie dada que puede ser soportada indefinidamente en*

un hábitat acotado sin perjudicar la productividad del espacio. Propuesta que incide en la llamada sostenibilidad fuerte, (Rees y Wackernagel, 1996).

Para completar el concepto de capacidad de carga habría que introducir un elemento instrumental que es el fundamento para llevar a cabo éste; esta herramienta está definida por la “huella ecológica” y, se enmarca dentro de los parámetros cuantitativos para hacer los cálculos de *un área determinada de un territorio productivo necesariamente para el sostenimiento de una población que pueda soportar indefinidamente.*

En la Figura 3-2 se observa el esquema de la huella ecológica, principio como una propuesta en de manera hipotética:

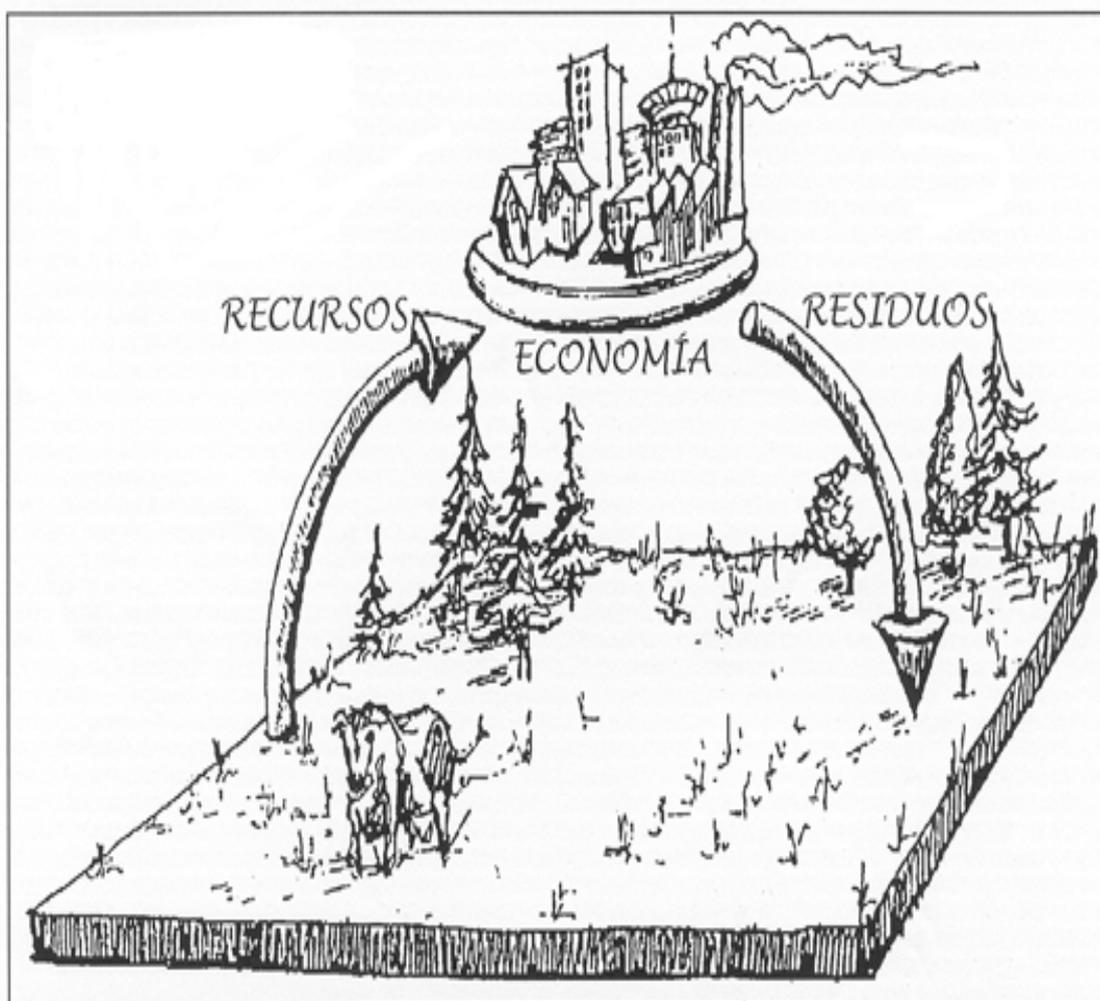


Figura 3-2. Huella Ecológica.

Como hemos mencionado en líneas arriba sobre la huella ecológica, se dice también que es posible estimar el área necesaria para producir una óptima cantidad de recurso para una sociedad o en su caso de una economía con niveles tecnológicos desarrollados;

sin embargo, desde la perspectiva sostenible es probable la obtención de recursos para una sociedad determinada. En consecuencia, para contextualizar el concepto nos remitimos a los términos de una ecuación que se expresa de la forma siguiente: se debe utilizar un producto para obtener cuantitativamente la huella ecológica (EFp) con base en una población sobre un determinado territorio:

$$EFp = N \cdot ef$$

De la ecuación se desprende que:

N = el tamaño de la población.

ef = es el promedio per capita de la huella sobre los diferentes recursos.

Por su parte, autores como Rees y Wackernagel (1996), dicen que la manera de calcular la huella ecológica es significativamente mayor que la provisión de un territorio productivo, en tanto la diferencia se conoce como un “*vacío de sostenibilidad*” o también podría llamarse el “*déficit ecológico*”.

En la Tabla 3-1 se puede apreciar algunos datos sobre los déficit ecológicos, especialmente importantes en los países industrializados. *Describiendo la huella ecológica (H) como un cálculo de las necesidades de un territorio, asimismo, de los valores que aparecen refleja un modelo indirectamente y una medida del consumo interno.* Estas estimaciones que se muestran en la tabla son estudios que fueron obtenidos en diferentes países, por lo que serán aportaciones que nos aproximan a la huella ecológica.

Será entonces a partir de la huella ecológica (H) y del territorio productivo per capita, en las cuales se calculará el déficit ecológico necesitado.

Tabla 3-1. Déficit ecológico.

País	Territorio ecológicamente productivo (en hectáreas) a	Población (1995) b	Territorio ecológicamente productivo per capita c=a/b	Déficit ecológico nacional.	
				(en ha.) d = H - c	(en %) e = d/c
Japón	30.417.000	125.000.000	0.24	2.26	940 %
Países con	H = 3-4 ha			Tomando H = 2.5 ha.	
Bélgica	1.987.000	10.000.000	0.20	2.80	1400 %
R. Unido	20.360.000	58.000.000	0.35	2.65	760 %
Francia	45.385.000	57.800.000	0.78	2.22	280 %
Alemania	27.734.000	81-300.000	0.34	2.66	780 %
Holanda	2.300.000	15.500.000	0.15	2.85	1900 %
Suiza	3.073.000	7.000.000	0.44	2.56	580 %
Países con	h = 4-5 ha.			Tomando H=4.3 y 5.1 ha	
Canadá	434.477.000	28.500.000	15.24	-10.94	-250 %
USA	725.643.000	258.000.000	2.81	2.29	80 %

Fuente: Rees y Wackernagel, *Op.cit.*

➤ *Limitaciones de la huella ecológica.*

Del modelo que podríamos obtener de la huella ecológica, al hacer el análisis, se pueden obtener cierta utilidad y estimar, por ejemplo, los límites de sostenibilidad que nos ofrece el territorio, así como la reducción del consumo, y la mejora de las tecnologías existentes. De aquí partiría para hacer el cálculo en dos direcciones: primero, tanto de la cantidad del territorio productivo necesario que, en última instancia, vendría a satisfacer, el actual consumo y; segundo, para obtener unas cuotas de sostenibilidad que serán acordes con el territorio existente. Al aparecer esta segunda idea, es la que se adapta de cierta manera a la idea ecologista, pese a que existen algunas limitaciones a la hora aplicarlas.

No obstante, esas limitaciones no se pueden determinar o predecir para cada variable que intervienen en el proceso de manera separada, porque se supone que se está considerando de una manera global. De ahí entonces, sus elementos no son tan fáciles de cuantificar para reducir esas variables que eviten el “déficit ecológico” en particular. Al tiempo que se deriva una idea oportuna en el sentido de que la naturaleza y la economía son sistemas dinámicos. Además de lo anterior, cuesta un tanto para hacer algunas predicciones futuras debido a que no toma en cuenta el cambio tecnológico, incluso las readaptaciones que va sufriendo el sistema social para las necesidades que se exigen.

3.5. Los Cambios Urbanos

Cuando se habla de un modelo de ecosistema urbano, presenta algunas limitaciones en torno a las dificultades para integrar los conceptos biológicos y socioeconómicos hacia un contexto analítico unificado. Para entender este proceso, existe un modelo de Odum que para describir el entorno urbano en el marco de un ecosistema, se auxilia en gran medida de entradas de energía y materia, asimismo, con una capacidad de absorber las emisiones y residuos. O mejor dicho en términos del modelo ecológico conocido como circuito energético de entrada y salida de materia y energía, (Howard, Odum, 1982). Véase Figura 3-3.

Mientras por otra parte, Marina Alberti, al utilizar *el proceso de sostenibilidad ha recurrido a su definición de espacio ecológico urbano como el capital y los flujos totales naturales que dependen las ciudades para poder satisfacer las necesidades futuras de sus habitantes*. Desde un planteamiento esquemático de la sostenibilidad urbana se ha considerado los siguientes aspectos (Alberti, 1996):

- a) Debía existir una transformación directa de la estructura física y del hábitat.
- b) Tener informado a la opinión pública de las emisiones y de los residuos.
- c) Mantener a la expectativa la salud humana y el bienestar.

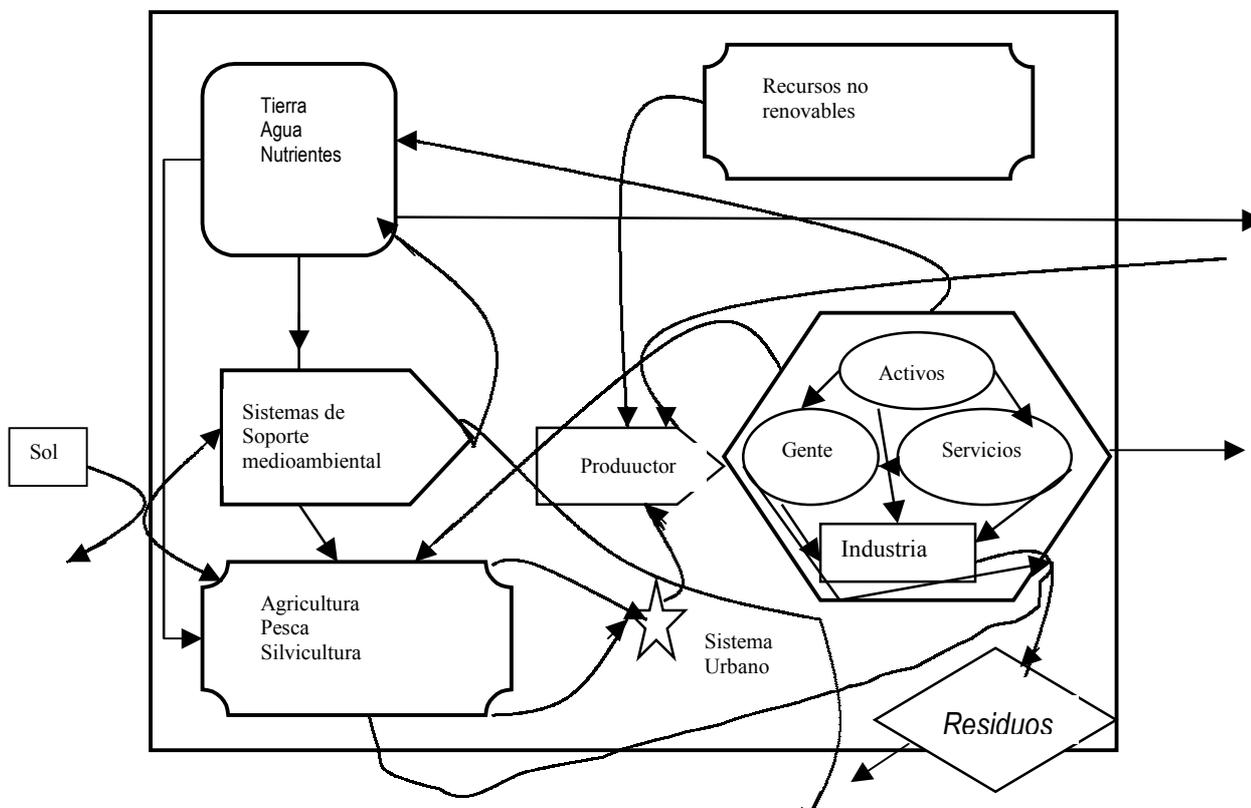


Figura 3-3. Ecosistema según Odum.

Fuente: Fuente: Odum T. Howard (1982): “Systems Ecology: An Introduction”.

Resumiendo un tanto la Figura 3-3, podríamos decir, siguiendo nuevamente a Odum que, una vez expuestos los conceptos de ecosistema, examinados los distintos ángulos se pueden resumir en el siguiente modelo gráfico, véase Figura 3-4; en esta representación gráfica la biosfera, nutrida por el sol, se muestra proporcionando sustento de vida para la humanidad, incluyendo todos los artefactos que hacen nuestras vidas más ricas y confortables. Por otra parte, lo que llama “servicio” implica, a decir del propio Odum, protección de las partes vitales, mantenimiento de las funciones vitales y reparación cuando se exija demasiado de la capacidad autoreproductora de la biosfera, (Odum, 1992).

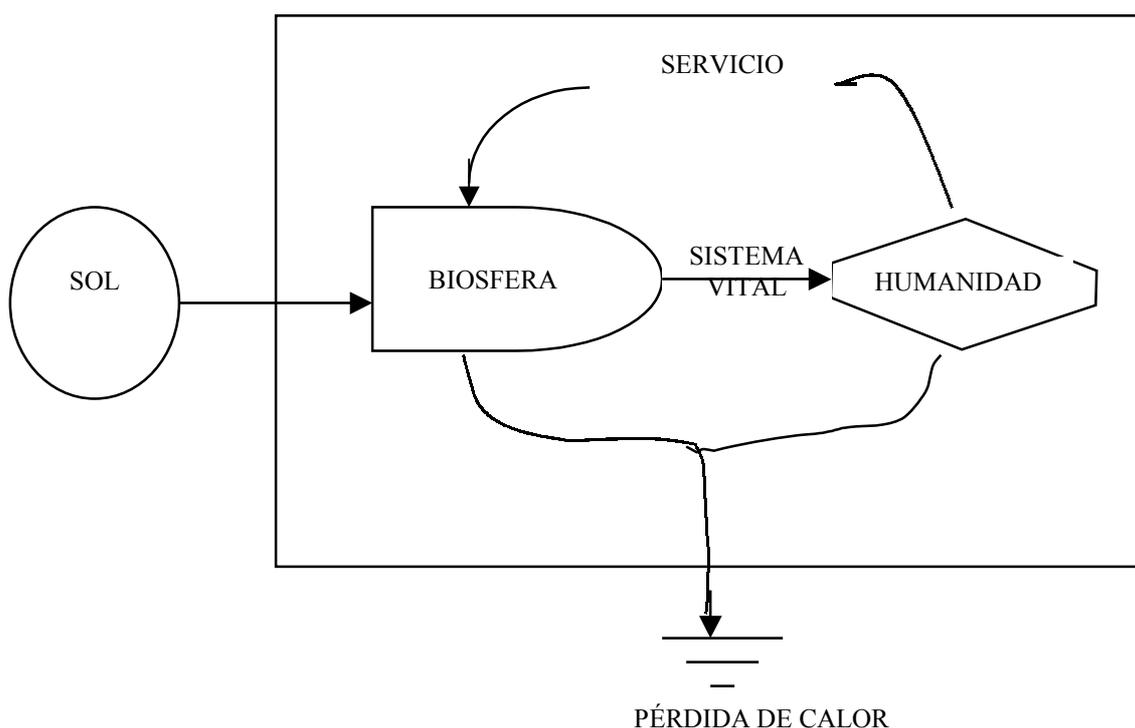


Figura 3-4. Biosfera nutrida por el sol.

Según E. Odum: la humanidad debe atender (es decir, conservar, mantener y reparar) a la biosfera si pretende seguir recibiendo la alta calidad de los bienes y servicios que mantienen la vida.

De donde se tiene:



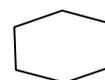
Fuente de energía.

Sumidero de calor: drena la energía después de su utilización en el trabajo.



Productor.

Convierte y concentra la energía solar, se automantiene.



Consumidor.

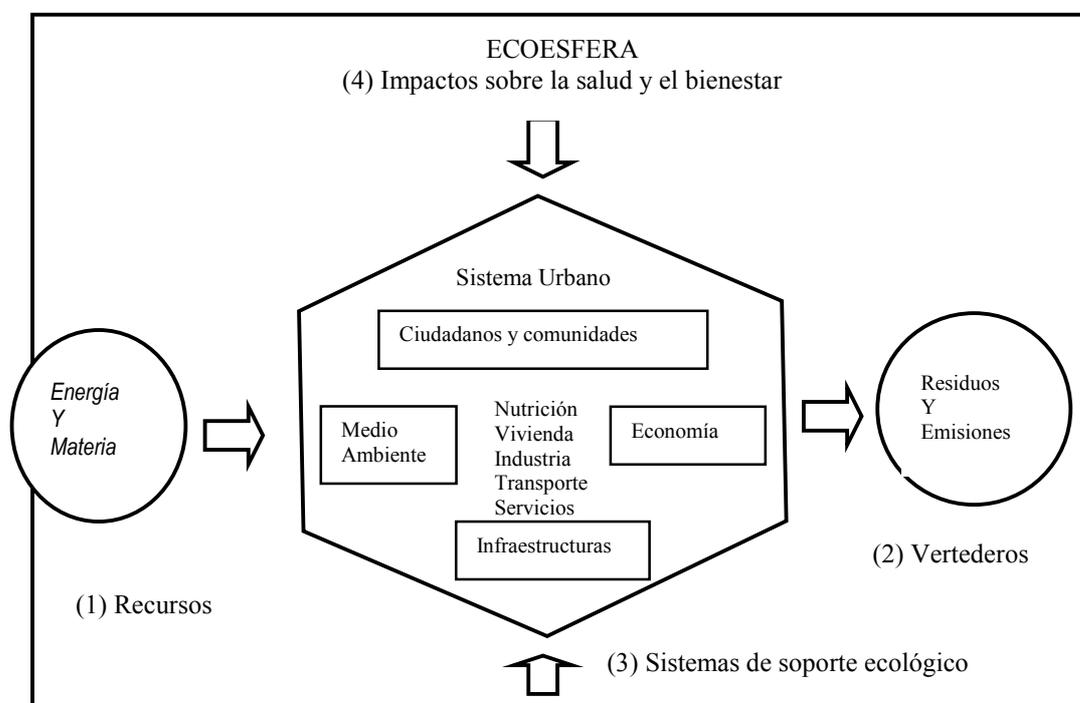
Usa energía convertida, se Automantiene.

Para diferenciar algunos de los elementos utilizados, se pueden distinguir el espacio ecológico urbano donde la ciudad se toma como ecosistema, propuesta ya planteada, con una infinidad de componentes tanto biofísicos como socioeconómicos interrelacio-

nándose mutuamente, de ahí el sistema, de cierta forma, influye en el nivel de presión que ejercen constantemente sus componentes.

Siguiendo las mismas pautas del sistema (Figura 3-5), se puede interpretar que el espacio ecológico estaría definido por cuatro factores que se interrelacionan entre sí:

- 1) Elementos importantes como los recursos naturales.
- 2) Se genera los llamados “vertederos”; éstos representan la capacidad que tienen los ecosistemas para absorber residuos y contaminación.
- 3) Al tiempo que existen los puntos anteriores, en cada sistema de soporte ecológico se presentan servicios que oscilan entre la regulación climática y el reciclaje de nutrientes, cuyo objetivo principal es el mantenimiento de la diversidad.
- 4) En consecuencia, como es de preverse en este proceso, existe por otra parte, impactos que afectan sobre la salud humana y el bienestar, entre estos efectos perversos se encuentran la contaminación del aire, contaminación en el agua, en los alimentos (por los usos irracionales de los pesticidas), etc.



Fuente: Odum T. Howard (1982): “Systems Ecology: An Introduction”. Avolume in Environmental Science and technology.

Figura 3-5. Espacio ecológico urbano.

Con respecto a la dimensión de la sostenibilidad urbana, y la perspectiva ecológica. Existe una interacción entre los sistemas urbanos y el medio ambiente. Para comprender esta relación se toman en cuenta algunos indicadores principales de los cuales serían: los de recursos, de salud humana y de sistemas de soporte ecológico. Con base en estos indicadores, se convierten regularmente muy aceptables para medir la calidad urbana; no obstante, el objetivo es encontrar si mejora o si está deteriorándose con relación a los criterios de sostenibilidad; por otra parte, se estima que si existen tendencias de la calidad urbana entonces, se encuentran vinculadas a las tendencias estructurales, porque en este caso, podrían ser una diferenciación en la organización o el estilo de vida.

Cuando se desea cuantificar la sostenibilidad urbana, es muy común distinguir tres dimensiones, según Alberti (Figura 3-6):

- 1) Modelos urbanos.
- 2) Flujos urbanos.
- 3) Calidad urbana.

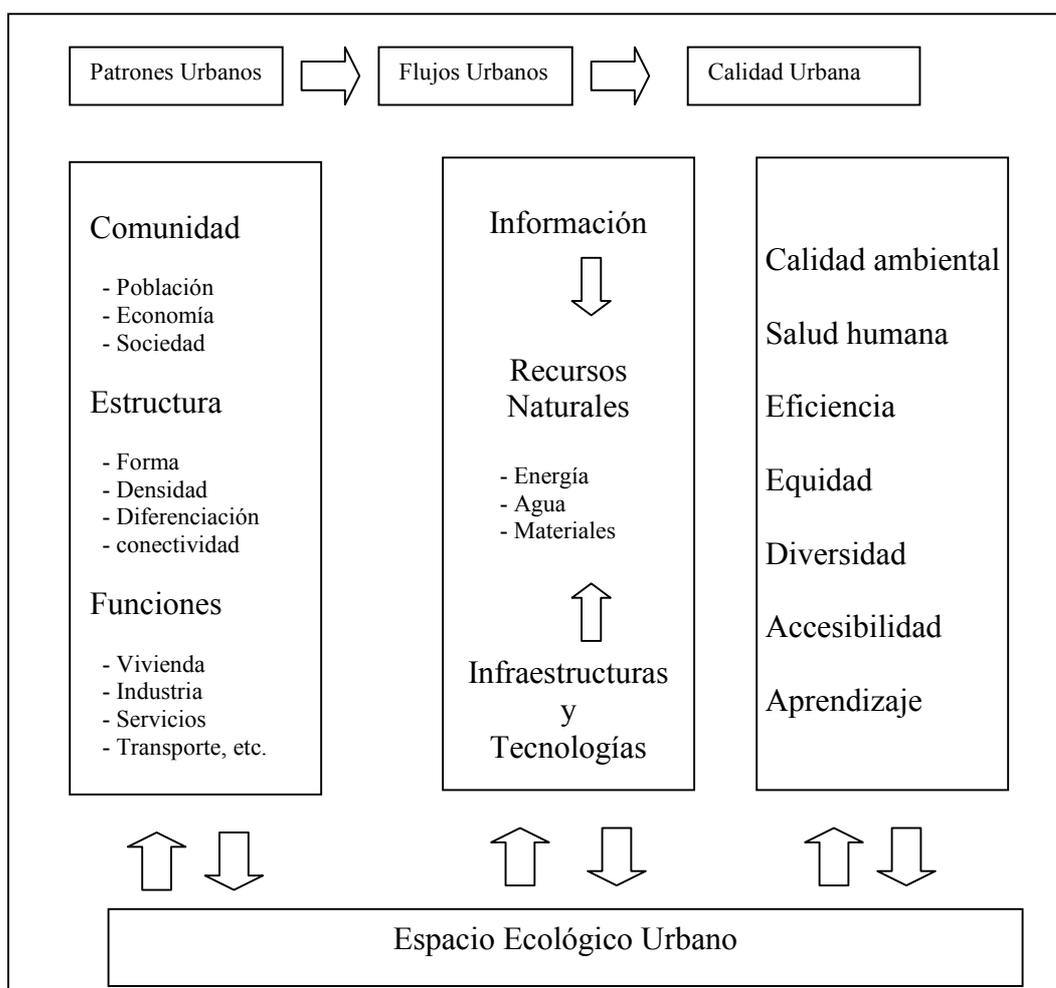


Figura 3-6. Dimensiones de la sostenibilidad urbana.

Fuente: Alberti, M. y Susskind, L. (1996): “*Managing Urban Sustainability: An Introduction to the special Issue*”;

Algunos elementos de la calidad urbana. Cuando hablamos de la calidad del medio ambiente urbano, ésta dependerá de elementos tanto físicos como de los aspectos socioeconómicos, pero también es procedente introducir ciertos valores culturales que provienen de las mismas comunidades urbanas. Para ello es necesario plantear algunos criterios que en este caso podrían ser siete:

- 1) Es necesario tomar en cuenta la calidad medioambiental para todos los recursos, así como de todas las provisiones existentes.
- 2) Mantener la salud humana y el bienestar de la sociedad.
- 3) Con base en la sostenibilidad, se recomienda una mayor eficiencia de los recursos; maximizar, por un lado el valor económico; la cuantificación de entradas y salidas de recursos, por el otro.
- 4) Enfatizar en la equidad, por medio de la maximización del beneficio social por unidad económica de salida.
- 5) La diversidad es un punto importante para la flexibilidad y la tendencia de adaptabilidad que conduzca hacia al cambio.
- 6) Otra de las variables interesantes es la accesibilidad, debido a su alto impacto en el medio ambiente local y global.
- 7) Y como último aspecto que debe tener todo individuo como parte de una sociedad es la habilidad, en tanto destreza para intercambiar información entre hombre-sociedad.

Siguiendo el mismo método precedente a estos puntos, hemos anexado dos elementos más que son fundamentales en el análisis, por ejemplo, los *flujos* y los *patrones urbanos*. El primero, es planteado por Odum, y lo analiza como un balance energético o de flujos energéticos; pero existe otro autor, Douglas, que lo define en función de unas ecuaciones para poder cuantificar el balance urbano. El segundo, con relación al sistema urbano y el medio ambiente, se necesita examinar cómo es afectado la calidad estructural espacial, la organización urbana y los estilos de vida, cuya intención es gestionar un desarrollo urbano más sostenible.

- Un planteamiento oportuno que es necesario mencionar en este análisis, sobre la *complejidad de los ecosistemas urbanos y la información*.

Si hemos comentado antes que, los sistemas abiertos dependen de una entrada de energía y materiales, también en ese contexto es oportuno introducir la idea de un factor que va en la misma dirección que los otros dos: *la información*, para aprovechar la complejidad de los ecosistemas. Por otra parte, con respecto a los ecosistemas, es co-

mún interpretar que tienden a un aumento de la complejidad y a estudios más maduros de la sucesión*. En tanto que en la complejidad del conjunto de la ciudad tiene una tendencia al aumento; pero la complejidad disminuye en las partes que la conforman, donde la homogeneidad aumenta a causa de la zonificación funcional (Rueda, 1994).

En términos de la complejidad, se tiene la idea central de ello porque se asocia a la probabilidad de los sistemas urbanos, sobre todo, que los organismos vivos y el hombre junto a sus organizaciones son portadores de información, además, existe un control del espacio determinado en un tiempo y nos indica el grado de acumulación de información para influir en el presente y controlar en un futuro.

En los términos que lo plantea Rueda, que si aumenta o disminuye la diversidad, como una serie de realidades portadores de información, se obtienen: la diversidad biológica, la diversidad en titulación académica de los miembros de una comunidad, la diversidad de las actividades económicas, la diversidad de los usos del suelo, la diversidad de acumuladores o intercambiadores de información, la diversidad de los medios de transporte utilizados en un periodo de tiempo, etc., éstas nos permiten aproximarnos a algunas de las disfunciones potenciales del sistema, por ejemplo: la segregación social que se manifiesta en las periferias y parte del centro de las ciudades, creando problemas graves de inestabilidad e inseguridad; como consecuencia en estos espacios urbanos se constata la baja diversidad de rentas.

En síntesis se puede inferir que, al aumentar la diversidad la ciudad juega un papel protagonista de oportunidades, intercambiadora de información, controladora del futuro al producir más estabilidad en una parte del territorio. Pero, es en la misma ciudad donde la información se organiza y se manifiesta de múltiples formas. Y según Margalef (1991), los límites de la información total disponible son difíciles de estimar, distribuida en diferentes estratos y jerarquizadas.

Desde la perspectiva de Howar T. y Odum, la información es considerada por su trayectoria, a pesar de su poca energía, continúa, siendo corriente de energía; en cuanto a las pequeñas corrientes energéticas con grandes factores de ampliación tienen un valor proporcional a la energía que controlan, (Howard y Odum, 1981); por ejemplo, se mide la información en dos formas: primero, miden la complejidad de aquello que se examina (el mensaje, el sistema, la configuración, la asociación de especies o la asociación de profesiones, etc.); segundo, se especifica la complejidad de la combinación concreta, si es conocida (Rueda, 1998).

En cuanto al nivel del ecosistema urbano, la complejidad sería una expresión del conjunto de variables discretas con contenidos significativos de información, de sus abundancias respectivas y de sus interacciones y cómo se integran en el tiempo y el espacio (Margalef, 1991). Aquí la idea de complejidad se asocia a la idea de probabilidad y puede analizarse haciendo uso del concepto de diversidad.

Sin embargo, dada la complejidad de los sistemas urbanos, sólo cabría aclarar entonces que en los sistemas naturales, una especie es una población que se mantiene aislada

* Sucesión: se conoce esta acepción como el fenómeno de ocupación progresiva de un espacio por unos organismos implicados en un proceso constante de acción y reacción, al cabo de cierto tiempo, conduce a cambios de ambiente y de la comunidad, logrando obtener una influencia y ajustes recíprocos.

y separada por diferentes medios. Esta separación de especies se mantiene también gracias a los diferentes mecanismos que impide el cruce de unas con otras y la mezcla de genes, pero lo más importante en este proceso es dotar de la mayor eficacia posible el sistema con la especialización, la división del trabajo y otras clases de circuitos de regulación y control. En tanto que la diversidad que se puede encontrar en un sistema vendrá dada por el número de especies diferentes con relación al número de individuos de cada una de ellas.

En los sistemas urbanos, desde la perspectiva de la ecología, existen unas variables discretas, éstas hacen el papel de las especies en los sistemas naturales, y se pueden llamar como los atributos que tienen los individuos o las actividades que acumulan la información dinámica logrando relaciones multivariadas (de cooperación, de competencia, etc.) con respecto a otros. Pero estos atributos son elementos diferenciados cargados de información que condicionan las relaciones y las trayectorias de las corrientes de materia, energía e información (libros, revistas, etc.).

También en los sistemas urbanos, es el hombre quien proporciona parte de los atributos, es el que mantiene parte de la información, pero, si es él quien permite los diferentes circuitos de regulación. De esta manera podemos decir que, un hombre posee diferentes atributos, por ejemplo: titulación académica, profesión, edad, renta, etc.; con los cuales se relaciona con otros atributos que poseen otras personas. O como lo plantea Rueda (1998): el hombre sería como un poliedro en el que cada cara es un atributo que estaría conectado e intercambiaría información con otros atributos de otros poliedros.

Pero en los términos de la práctica urbanística, tal como lo expresan los autores Estevan y Sanz, se trata de racionalizar la nueva localización de las actividades creando polígonos especializados que cumplen una sola función: zonas comerciales, parques empresariales, barrios dormitorio, áreas de ocio especializado o zonas escolares, todas ellas alejadas entre sí, (Estevan y Sanz, 1994). En estas condiciones se ha detectado que se provoca un incremento en las distancias a recorrer y un mayor desplazamiento motorizado, lo que al final acaba por reclamar más espacio. Un resultado de todo este proceso de alejamiento de usos es la creciente expansión del espacio urbano. La segregación espacial opera en todos los niveles, ya no es la descentralización sino que abarca al interior de los barrios (Naredo, 1999).

Se considera que tanto la sociedad de la información que marcha en paralelo a los avances tecnológicos, va aunado también, el uso generalizado del automóvil, éste último sin duda vino a modificar profundamente el espacio urbano (los métodos de isocronas han intervenido para el estudio de los diferentes desplazamientos y flujos de la movilidad), haciendo cada vez más complejo y separando la convivencia colectiva. Este fenómeno se ha manifestado en dos direcciones: primero, el automóvil demandó y sigue exigiendo mayor superficie destinada a la circulación del transporte, lo que ha venido a provocar una reestructuración del territorio, incluso sacrificando los espacios intersticiales de la ciudad, obligando a mayor segregación de los emplazamientos edificatorios por todo el espacio urbano. Pero al mismo tiempo, es la movilidad la que marca también los desplazamientos hacia los centros de trabajo. En tanto que los desplazamientos por motivos de trabajo están modificando directamente el territorio de cualquier manera. En segundo lugar, con base en los elementos mencionados, la ciudad es convertida en un laberinto desproporcionado con respecto a la idea de ciudad funcional, hoy disfuncional, para la diseminación sobre el territorio a lo largo del viario tanto circundante como más

allá del radio de influencia provocado por las llamadas segundas residencias e instalaciones de fin de semana o vacaciones.

Pero, también, como lo plantea Acebillo, que el excesivo consumo del territorio, por razones geográficas, económicas y en definitiva, ecológicas, es una actitud irracional que se debe corregir inmediatamente y esto no es sólo aplicable a los espacios naturales muy extensos sino también a aquellos intersticios de menos dimensión pero que garantizan la diversidad del territorio y mantengan las distancias entre los sistemas urbanos; al tiempo que se persigue preservar el territorio de los asentamientos urbanos y de las localizaciones productivas, (Acebillo, 1998).

Esta característica de la sociedad de la información, tiene entre sus principales razones de su desarrollo, desde un punto de vista hipotético, en la movilidad y en la dispersión de la ciudad. Es esta forma de segregación y la concentración de los medios más dinámicos de información en espacios diseminados, sobre todo, el territorio metropolitano, las que están permitiendo cada vez más la separación entre los individuos y sus actividades tradicionales cercanas a la concentración. En tanto que, existe un fenómeno paralelamente a los procesos anteriores, sobre los costes, supone la instalación y el buen funcionamiento de las redes de las que dependen la habitabilidad y la calidad del medio ambiente urbano; hoy día plantean serios problemas para hacerlo extensivos a toda la población y a la conurbación. Estos problemas no sólo acarrear contradicciones en la sostenibilidad y habitabilidad globales, sino también en el ámbito local en virtud de que están basados en este tipo de crecimiento urbano. Entre los problemas que afloran podrían ser:

- Hipercrecimiento de las conurbaciones y su correlato el incremento de costes y la dificultad para mantener en todo el territorio el buen funcionamiento de las infraestructuras.
- Existen en las grandes ciudades, densamente en población y de ocupación territorial de forma extensivas, que han provocando al mismo tiempo formas difusas entre los espacios urbanos pero terminan disolviéndose los límites entre la ciudad y el campo.
- Se expande cada vez y con mayor rapidez un continuo urbano, sin límites precisos que llega por casi todo el territorio, desde un crecimiento anárquico extensivo, donde surgen también variantes de edificación en densidad, trazado y calidad, con territorios ocupados por las redes e instalaciones exigidos por los asentamientos: viario, vertederos, canteras, embalses, graveras, etc.
- El fenómeno de dispersión de la mancha urbana, provoca aun más la fragmentación de las actividades y las especializa de manera compleja. Se plantea asimismo un fenómeno provocado por el proceso de dispersión de existencia colectiva que funciona físicamente pero que los individuos que lo componen no se interesan por conocer ni del funcionamiento global.

- La información en este contexto, para poder corregir la expansión explosivamente insostenible falla el *feed back** (Naredo, 1999). Pues el modelo de urbanización cada vez demanda de espacio, aunado que es exigente en recursos y productivo en residuos.

Ahora bien en función de las especificidades de las ciudades, existen unas que presenta peculiaridades llamadas compactas que maximizan la recuperación de la entropía en términos de información.

Prigogine plantea que, el estudio de los sistemas termodinámicos abiertos intercambia materia y energía con el mundo exterior, de tal manera adquieren y mantienen estructuras. De ahí entonces, la entropía puede dividirse en dos partes.

1. Refleja los intercambios entre el sistema y el mundo exterior.
2. Describe qué cantidad de entropía se produce dentro del mismo sistema.

Sin embargo, la segunda ley de la termodinámica exige que la suma de estas dos partes sea positiva, excepto en el estado de equilibrio, el primer término será tan positivo que, aún siendo negativo el segundo término, la suma seguirá siendo positiva. Qué significa entonces lo anterior, pues que, sin violar la segunda ley, los sistemas muy alejados del equilibrio pueden experimentar una disminución de la entropía local. Ahora, para destacar y conocer la conexión entre los procesos autoorganizativos y la gran producción de entropía, Prigogine, le llama a esta relación como sistemas “disipativos”. Asimismo, para hacer notar la aparición espontánea de la estructura organizada, destacó el papel del desarrollo de la producción de entropía (Nicolis y Prigogine, 1977)*. Pero también sucede que, en los sistemas urbanos se produce un aumento de organización del sistema sin maximizar la entropía en términos de información. El abandono de este principio posiblemente tiene su explicación en los excedentes de energía fósil y en la capacidad de utilizar recursos en la “creencia” de que son recursos ilimitados (Rueda, 1998).

Sin embargo, desde la propuesta de Ilya Prigogine, en el sentido de su teoría de las estructuras disipativas, donde explica que son aquellos sistemas abiertos que intercambian energía con su entorno, todos los seres vivos, y algunos sistemas no vivientes, son estructuras disipativas, que se mantiene mediante un flujo continuo de energía disponible a través del sistema, por lo que a mayor complejidad sea la estructura disipativa, más integrada y conectada está, y, por consiguiente, necesita mayor flujo de energía para mantenerse; por lo que si las fluctuaciones se vuelven demasiado grandes para ser absorbidas por el sistema, éste se verá obligado a reorganizarse, y esta reorganización

* A nuestro juicio podría entenderse como una retroalimentación de elementos y/o de interrelación de información.

* Esta idea es tomada de Salvador Rueda y menciona a estos dos autores. Véase “Metabolismo y complejidad del sistema urbano a la luz de la ecología”. Op.cit.

tiende siempre hacia un nivel de complejidad, integración y conexión, con un mayor flujo de energía.

Pero al mismo tiempo que la visión entrópica del mundo desafía nuestros supuestos conocimientos sobre el medio ambiente tales como la cultura y nosotros como seres biológicos: las expresiones de la cultura moderna en los ámbitos de la agricultura mecanizada, en las áreas urbanas, en el consumo y la producción sin límites, en la educación, etc., estos aparecen desde una nueva perspectiva diferente. Por lo que desde el planteamiento de Rifkin, -dice- que, “*la Ley de la Entropía destruye nuestra visión del progreso material, modifica las bases de la economía, transforma las nociones de tiempo y cultura, despoja a la tecnología de su mística*” (Rifkin, 1990).

Las tecnologías y el espacio urbano.

En cuanto a la tecnología, se entiende que ha tenido una incidencia en el desarrollo sostenible, cuando menos son dos influencias: primero, con el término de “ecotecnología”, este planteamiento permite un uso racional de los escasos recursos naturales disponibles; segundo, un papel importante juega el reciclaje de residuos sólidos y líquidos, la utilización de energías renovables, incluso la creación de microclimas, son hechos realizables hoy día.

Si consideramos el planteamiento expuesto, se acepta entonces que, con las nuevas tecnologías como la informática y las telecomunicaciones, por ejemplo, posibilitan una utilización más lógica del tiempo y el espacio, sobre todo, evitar la producción de desplazamientos innecesarios, de esta manera se ahorra combustible, se evita tensiones nerviosas, estrés y todas las consecuencias que derivan de la contaminación ambiental (Ruano, 1995). Pero es la movilidad la que necesariamente permitirá que la lógica del tiempo esté en función de la segregación.

Existe por otra parte un factor multiplicador de las tecnologías. Éste factor viene a ser el número de veces que una tecnología es capaz de mejorar la función u objetivo encargados respecto a la tecnología preexistente. Con respecto a este factor –según Ruano- se puede utilizar en diferentes situaciones, tales como, véase Tabla 3-2:

Tabla 3-2. Factor Multiplicador de tecnología.

Introducción en la sociedad	Factor
Automóvil	15 (1.5 x 10)
Aeronáutica	150 (1.5 x 10 ²)
Tecnología propia de la Revolución Industrial	1000 (1 x 10 ³)
Tecnología de la informática	10 ⁶ (1 x 10 ⁶)
Digitalización informática y telecomunicaciones	10 ¹² (1 x 10 ¹²)

Algunos puntos que surgen sobre los efectos de las nuevas tecnologías de la información.

Al generalizarse estas tecnologías, se obtiene como resultado dos efectos como consecuencia del desarrollo de la información: primero, un efecto que sería positivo, porque reduce la movilidad urbana interna y los recursos que se necesitan para los desplazamientos. En segundo lugar, al parecer existe una opinión contraria al primero, ya que es posible un incremento de la movilidad, debido al proceso de redes de comunicación globales, además, con una tendencia hacia la incrementación de los contactos físicos y por supuesto de la movilidad.

Al parecer tanto el primero como el segundo son efectos que traen consigo fenómenos paradójicos, ya que en el proceso de los flujos de la movilidad se incrementa por la lógica del tipo de crecimiento urbano, es decir, debido a la segmentación de la ciudad, que viene siendo lo mismo que la difusión dispersa por todo el espacio urbano o en proceso de urbanización.

Ventajas e inconvenientes:

- Las tecnologías de tipo universal afectan e inciden en los diferentes campos de la actividad social: trabajo, ocio, enseñanza, sanidad, etc.
- Permite incrementar la productividad y reduce los costos de producción.
- Se crean fuentes de empleo con tendencias hacia la sociedad de la información, principalmente en el sector servicios.
- Se crea una nueva concepción del trabajo a distancia, por ejemplo, el teletrabajo, que puede reducir el consumo de los recursos asociados a los desplazamientos de las personas.
- Por otra parte, provoca una disminución de las necesidades de trabajo adicional, lo que llega a aumentar el índice del desempleo en sectores claves de la economía.
- Provocaría una disminución en los tratos e intercambios físicos directamente. Como consecuencia de la actividad en casa, las interrelaciones mutuas se ven afectadas por la nueva concepción y organización del trabajo.
- De forma general, las personas que optan por estos trabajos no disfrutan de cobertura social en forma de prestaciones pagadas, ni de seguridad en el empleo. La protección de la mano de obra no estaba incluida en los convenios colectivos.

Entre los planteamientos arriba mencionados, hoy día están en discusión; aunque Miguel Ruano esboza lo que podría ser en un mediano plazo, ya que la perspectiva con la cual se analiza se puede presentar con unas contradicciones que se proyectarían para un futuro. No así en un mediano plazo. En tanto, existe la probabilidad de que el teletrabajo

adopte esas formas de producción o las eliminen para constituir una forma que permita mayor relación entre las herramientas tecnológicas con los humanos.

Los planteamientos que hemos expuesto hasta el momento, llevan consigo una serie de características que hacen más específicas el desarrollo de una ciudad ecológica, incluso, convirtiéndola en una *ciudad relacional*. Desde el punto de vista de Ruano, para llegar hacia una ciudad ecológica, no basta con construir todas las infraestructuras capaces de soportar la demanda de la tecnología de la información: instalación de anillos de fibra óptica o conectarse con las “autopistas de la información”, o transformar los espacios vacíos en “verdes”, ni reciclar los desechos sólidos o basuras domésticas; por el contrario, sería conveniente analizar y comprender cuáles serán los efectos estructurales que traerían consigo estas tecnologías sobre las ciudades tanto las pequeñas como grandes, particularmente en la forma de vivir, en las estructuras físicas de las viviendas, en las actividades cotidianas, etc., (Ruano, 1995).

Sin embargo, desde una visión holística de la ciudad relacional, se debe tener en cuenta el fenómeno urbano no sólo en función de la concentración de actividades e individuos sobre un espacio del territorio e interactuándose entre sí, sino, también debe considerarse como un conjunto interactivo de múltiples relaciones, en las que concurren componentes físicos (“hardware”), los intangibles (software”) y los seres humanos (“humanware”). Aquí entonces, puede llegar a percibirse *una ciudad relacional que se propone como una ciudad del encuentro, de la ciudad humana, que naturalmente se contraponen con la ciudad futurista y caótica, la ciudad-tránsito*. En definitiva, un modelo de urbanismo sostenible, aplicable en principio a ciudades construidas según el patrón europeo donde el papel fundamental de la ciudad es el centro (histórico) densamente poblada, con unos usos mixtos y complejos, pero que todavía tiene un peso específico en el conjunto urbano de hoy día.

En suma podríamos resumir –según Andrés- tres dimensiones de la tecnología, (Andrés N., 1994):

- Primera, la tecnología es la aplicación sistemática de los conocimientos científicos en las actividades económicas.
- Segunda, la tecnología puede ser concebida como la combinación de diferentes técnicas de producción, a la que se añade el conjunto de conocimientos en materia de organización del trabajo y de gestión de las empresas.
- Tercera, la evolución de la tecnología es inseparable de las estructuras económicas y sociales de una sociedad determinada.

En suma podemos representar las tres dimensiones en la Figura 3-7:

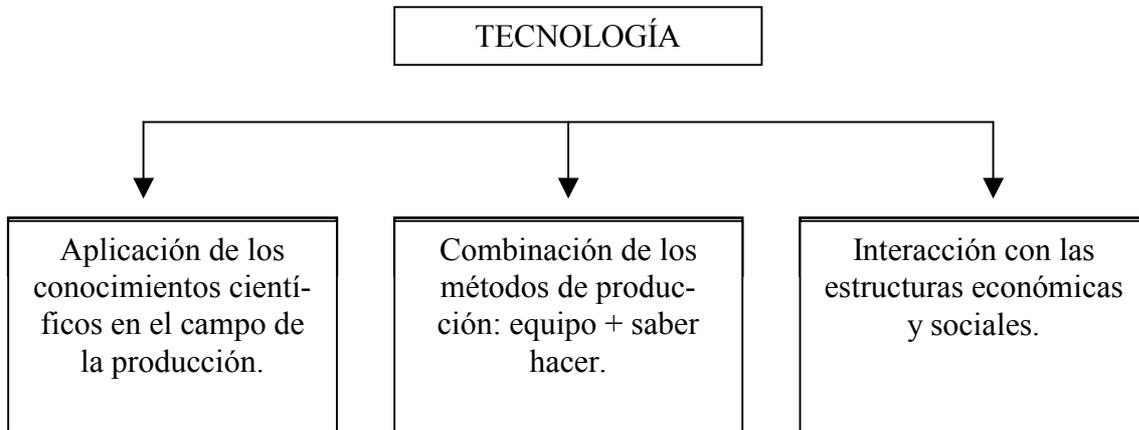


Figura 3-7. Tres dimensiones de la tecnología.

3.6. Diversidad como Índice de Organización

Retomando nuevamente a Rueda (1993), para comprender el grado de organización de un territorio, así como su potencialidad de intercambio de información, se auxilia -según él- en establecer a través de una ecuación el análisis de las diversidades específicas (H_i) o la suma de éstas H , siendo

$$H = \sum_{i=1}^m H_i$$

Esta diversidad nos permite acercarnos a la idea de densidad de usos, funciones e intercambiadores de información. Pero por otra parte, se entiende como un índice de organización que se amplía con respecto a dos nociones necesarias: la persistencia y la de espectro, donde la primera se relaciona con el tiempo y la segunda con el espacio. Desde esa perspectiva consideramos que la diversidad total del territorio se entiende como la suma de sus componentes o de sus diversidades parciales.

Mientras que por otra parte, si se estudian los aumentos o disminuciones de H en un territorio determinado nos puede aproximar a algunas de las disfunciones potenciales del sistema, así como los elementos que le dan estabilidad. Al tiempo que existe el proceso de explotación que se ejerce sobre grandes zonas del territorio, debido a los sistemas abiertos* y simplificados. Pero, para mantener el sistema ha de ser necesario un consumo energético y de materiales que los habitantes del territorio difuso tendrán que pagar suplementariamente (Rueda, 1998).

Si nos referimos en términos de la simplificación para la explotación de zonas del territorio urbano, el funcionalismo ha provocado un consumo mayor de materia y energía, tal como hemos mencionado en el principio de este capítulo. Ya que como todos los ecosistemas presentan partes diferenciadas con ritmos distintos tanto de acumulación de información como en la disipación de la energía. De manera tal que, siguiendo con nuestro ejemplo sobre el territorio, consideramos incidente la parte disipativa del sistema que constituye sobre todo la periferia de la ciudad; aquí se trata de ir creando nuevas superficies urbanizadas poco diversas, por ejemplo en un principio, con una organización nueva y simplificada; en consecuencia, se comprende que estos son subsistemas de crecimiento acelerado con una tasa E/H elevadas (energía/diversidad), como los sistemas naturales, de ahí que, los excedentes producidos en los sistemas urbanos permiten el aumento relativo de los componentes menos productivos (Rueda, 1998).

Lo anterior se enmarca en los sistemas abiertos y simplificados, sobre todo, cuando aumenta en grandes áreas-región. Ahora para conseguir los mecanismos de simplificación se pueden hacer auxiliándose con la desregulación de los usos del suelo para que a su vez aumente la tasa de ocupación urbanizada, incluso donde los centros vayan perdiendo diversidad para que puedan ser ocupados por el sector servicios.

Con relación a la maximización de los intercambios, así como aumentar hasta el máximo en espacios reducidos y compactos, aquí deben incluirse también los miembros diversos con capacidad de relación, es decir, hombres, sociedades, organizaciones y organismos vivos, para que al final tengan que añadirse, además, cuando menos tres tipos de redes que, hacen posible el intercambio de bienes e información:

1. Red económica.
2. Red de movilidad física.
3. Red de movilidad de información.

Con base en los puntos anteriores, puede aumentar la diversidad potencial de comportamientos. Desde el planteamiento de Rueda, –dice- siempre y cuando aumente la complejidad intentando maximizar la recuperación de entropía en términos de información, con lo que el modelo de crecimiento se acerca a la idea de sostenibilidad, mientras que

* Tomando como *sistemas abiertos* los que requieren de energía exterior para el mantenimiento de su estructura y pervivencia; en tanto que sin esa energía el sistema no puede más que degradarse, produciéndose un desorden organizativo.

por otra parte, si el modelo que se sustenta maximizando la entropía que se proyecta en el entorno, se dice entonces que se aproxima a la idea de crecimiento sostenido, (Rueda, 1998).

Si se establece una mayor diversidad de usos en un espacio determinado, donde la densidad es mayor en función de la residencia, de los servicios y de las actividades económicas, los equipamientos, etc., sin duda estos elementos, entre otros, proporcionarán las condiciones necesarias para que aumenten los intercambios de información y, en consecuencia, se creen los canales de flujos energéticos sustentadores de la organización compleja.

➤ De la diversidad a los modelos de crecimiento urbano:

Para poder comprender de manera resumida el proceso de entropía en términos de la información y que, además, se acerque a la sostenibilidad, nos auxiliaremos de dos modelos que proponen maximizar la entropía proyectada, en tanto se aproxime cada vez más a la idea de crecimiento sostenido. Para ello hemos propuesto dos paradigmas de ordenación territorial en función de la complejidad de los sistemas urbanos mediante el modelo compacto y difuso del proceso de crecimiento del espacio urbano.

Primero, el modelo de ordenación *compacta*, se expresa con una complejidad interna sin simplificar (desregularizar) el exterior del ecosistema, debido a que los portadores de información se relacionan más estrechamente y aumentan la diversidad. Sin embargo, por parte de los ecologistas argumentan que este modelo se aproxima más a la estrategia de sostenibilidad.

Características del modelo compacto:

Como un ejemplo de este tipo de modelo, podría ser el mediterráneo de acuerdo con la ciudad compacta y densa con continuidad formal, multifuncional, heterogénea y diversa.

- a) La diversidad (H) puede aumentar. El aumento de la H da mayor proximidad, porque concentra en el espacio unidades de características diferentes. Las aproxima y reducen las distancias físicas de los portadores de información.
- b) El tiempo para que contacten los diversos servicios se acortan y la energía utilizada para el desplazamiento se reduce.
- c) El modelo se fundamenta también en la reducción del cociente E/H, al existir una disminución representa una mayor eficacia de los recursos para mantener una información adecuada.

- d) Bajos costes per capita en infraestructuras de canalizaciones de agua potable, sistemas de alcantarillado, recogida de basuras.
- e) Alta densidad de población, lo que reduce la demanda del territorio per capita.
- f) Elevado potencial para reducir el uso de energía (fósil) de los motores mediante el uso de bicicletas. Esto dependerá de las características físicas y topográficas de la ciudad. Además influye de alguna manera las distancias y las condiciones en la que se presenten los centro de destinos si son o no viables para la utilización de este medio de transporte.

Mientras que el segundo modelo *difuso* se adapta al sistema funcionalista de la ordenación actual de crecimiento, es decir, con tendencia a aumentar la complejidad interna simplificando la del exterior. Las características de estas ciudades tienen una connotación que las difuminan por todo el espacio del territorio (rural y urbano), es decir, se marca una dispersión y segrega social y físicamente a la población mediante una densa red de infraestructuras.

Características de la conurbación difusa, según Rueda:

- a) El elevado consumo de suelo.
- b) Existe un excesivo consumo de energía y materiales, como consecuencia de la planificación y el modelo de crecimiento de dispersión y/o segregación.
- c) Se incrementa la tendencia de explotar y desestructurar los sistemas del entorno más allá de su capacidad de carga.
- d) Se separan los usos y las funciones, ocupando territorios amplios, conectándolos a través de una tupida red de carreteras para el transporte motorizado
- e) Existe una segregación social y separación de funciones para dar lugar a un puzzle territorial con pocos portadores de información en cada pieza dando lugar a una gran homogeneidad y empobrecimiento de esos espacios.
- f) La conurbación difusa se aleja de la sostenibilidad, debido que para mantenerse precisa de un mayor consumo de recursos y de superficies extensas; se refleja también en el modelo de la huella ecológica, donde el déficit ecológico aumenta debido a la disminución del territorio.

Con base en los dos tipos de modelos expuestos, hacemos insistencia un tanto sobre la ciudad compacta, por tener ciertas cualidades que la pueden ser viables a la sostenibilidad. Recurriendo al análisis que D. Rudlin y N. Falk, han planteado con relación a la ciudad compacta sugieren lo siguiente:

El ímpetu original del desarrollo que se presenta dentro de las áreas urbanas podría ser sostenible. Como el Movimiento Verde europeo en el Ambiente Urbano cuando declara que la ciudad donde existe densidad y variedad se combina “eficazmente” en un tiempo determinado el consumo de la energía para las funciones sociales y económicas. Por otra parte, la idea que la ciudad puede proporcionar nuestra salvación medioambiental inicialmente parece desconocido desde entonces como problemas y que están concentrados en las ciudades. Sin embargo, muchos de los problemas medioambientales que se concentrarán en el futuro, por ejemplo, para las viviendas crecerán, los resultados son entre otros: la polución, emisiones de CO₂, se dañará la capa de ozono, aumentarán las lluvias ácidas y por supuesto el consumo de energía, todo relacionado con el automóvil privado. En consecuencia, lo que sería más preocupante, mientras los sectores domésticos e industriales están reduciendo el uso de energía y polución gradualmente el crecimiento del transporte sigue en aumento. Los gobiernos occidentales a través de sus habitantes han visto la situación desde un nuevo desarrollo, por consiguiente, como un medio importante de reducir la demanda del uso del automóvil, (Rudlin y Falk, 1999).

Mientras mucho esfuerzo ha centrado en la eficacia del proceso anterior, hay energía en un punto pequeño que construye otra actividad para aumentar el consumo o en su defecto disminuirla. Se podrían disminuir las distancias y animar a caminar, como por ejemplo, el ciclismo y el uso de transporte público. Esto es el giro que implica la edificación de viviendas que debe construirse dentro de los pueblos así como en las ciudades. Pero, al tiempo que se construyen viviendas, en las cercanías de las actividades económicas, servicios públicos, etc., de los habitantes, esto conllevaría necesariamente a modificar sustancialmente el modelo de crecimiento y de los usos del suelo.

En tanto fue apoyado por una parte muy influyente de investigadores: Newman y Kenworthy después de los 80's. Esto mostró una correlación clara entre el consumo de petróleo per-cápita y densidad de la población. Ellos encontraron que las ciudades de EE.UU. consumen dos veces más petróleo que las ciudades australianas y cuatro veces que las ciudades Europeas y que había una relación directa entre esto y el tamaño reducido de la forma urbana. Esta investigación se ha usado para justificar políticas de la contención urbanas en los Estados Unidos. Australia y Europa. También se ha usado para justificar los cambios del gobierno británico, (Rudlin y Falk, 1999).

Bibliografía

- Acebillo, Josep (1998): “*Barcelona, Servidor central de la xarxa metropolitana de ciutats*”; en Debat de Barcelona (III): Ciutat real, ciutat ideal. Pep Subirós (ED). Centre de Cultura Contemporània de Barcelona. 1998.
- Agenda 21, punto 21, en página Web: <http://www.rds.org.co/ordenami.htm>
- Alberti, M. y Susskind, L. (1996): “*Managing Urban Sustainability: An Introduction to the special Issue*”; Environmental Impact Assessment Review v16 n° 4-6 jul-nov, 1996. P. 213-221.
- Amaya, A. José M. (1998): “*El ordenamiento territorial: política y plan*”. Del Proyecto Fortalecimiento de la Participación Ciudadana en los Espacios de Gestión Ambiental Regional y Nacional”. Departamento Nacional de Planeación (DNP), Fundación Friedrich Ebert, FESCOL; Santa Fe de Bogotá. Ed. CEREC. 1998.
- Clark, David, (1996): “*Global Patterns and Perspectives*”; Urban World/global City. Ed. New Feller Lane, London, 1996.
- Consell Internacional per a les Iniciatives Ambientals Locals, ICLEI, 1998: *Instruments de Gestió, una Guia per a les Autoritas Locals*; Freiburg, Alemania, enero de 1998.
- De Miguel González, R. (1999): “*El nuevo urbanismo de las periferias metropolitanas en España*”. En “*La ciudad. Tamaño y crecimiento*”. Rafael Domínguez Rodríguez (Coordinador). Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga y al AGE.
- Feria Toribio, José María (1999): “*Nuevas periferias urbanas y planificación pública*”. En “*La ciudad. Tamaño y crecimiento*”. Rafael Domínguez Rodríguez (Coordinador). Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga y al AGE.
- Formigo Couceiro, José y Aldrey Vázquez, José Antonio (1999): “*Periurbanización y rurbanización en Galicia*”. En “*La ciudad. Tamaño y crecimiento*”. Rafael Domínguez Rodríguez (Coordinador). Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga y al AGE.
- García, J. (1995): *Els sistemes estacionaris com models de sostenibilitat per la seva minimització de producció entròpica. Congreso Internacional “Tecnología, Desarrollo Sostenible y Desequilibrios*”. Terrassa (Barcelona), 14-16 de septiembre de 1995.
- Informe del WorldWatch Institute: Lester R. Brown Christopher Flavin, et al. “*La situación del mundo*”. Ed. Icaria, Barcelona, 1998.

- Margalef, Ramón, (1991): “*Teoría de los sistemas ecológicos*”. Entidad Editorial Universitat de Barcelona.
- Mérida Rodríguez, Matías, Ocaña, Carmen y Perles Roselló, María Jesús (1999): “*El papel del medio físico en la conformación de áreas sociales en Málaga*”. En “*La ciudad. Tamaño y crecimiento*”. Rafael Domínguez Rodríguez (Coordinador). Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga y al AGE.
- Monclús, Fraga y Francisco, Javier (1999): “*Estrategias urbanísticas y crecimiento suburbano en las ciudades españolas: el caso de Barcelona*”. En “*La ciudad. Tamaño y crecimiento*”. Rafael Domínguez Rodríguez (Coordinador). Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga y al AGE.
- Naredo, J.M. (1995): “*Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible*”. <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html> (42k).
- Naredo, José Manuel (1994): “*El funcionamiento de las ciudades y su incidencia en el territorio*”. En “*Ciudad y Territorio*”, II (100-101), 1994. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid, 1994.
- Naredo, José Manuel (1999): “*Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla*”. En “*Ciudades para un futuro más sostenible. La construcción de la ciudad sostenible: fundamentos*”. Pagina: WWW.
- November, Andrés (1994): “*Nuevas tecnologías y transformaciones socioeconómicas*”. Manual de nuevas tecnologías. Ediciones, IEPALA, Instituto de Estudios políticos para América Latina y África. Madrid, 1994.
- Odum T. Howard (1982): “*Systems Ecology: An Introduction*”. Avolume in Environmental Science and technology: A wiley-Interscience Series of texts and Monographs edited by Robert L. Metcalf and Wernwe Stumm, USA, 1982.
- Odum T. Howard y Odum, C. Elisabeth (1981): “*Hombre y naturaleza. Bases energéticas*”. Ed. Omega. Barcelona, 1981.
- Odum, P. Eugene (1992): “*Ecología: Bases científicas para un nuevo paradigma*”. Ed. Vedral (Índigo, S.A.), Barcelona, 1992.
- Paniagua, Ángel y Moyano, Eduardo (1998): “*Medio ambiente. Desarrollo sostenible y escala de sustentabilidad*”. En Revista Española de Investigaciones Sociológicas. 83 julio-septiembre 1998. Ed. CIS. Madrid, 1998.
- Rees, W. y Wackernagel, M. (1996): “*Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable and why are a key to sustainability*”. Assessment Review v16 n 4-6 Jul-Nov. 1996.
- Rifkin, Jeremy y Ted Howard (1990): “*Entropía. Hacia el mundo invernal*”. Capítulo: *Frente a la crisis entrópica*. Ediciones Urano. Barcelona, 1990.

- Ruano, Miguel (1995): “*La Ciudad Relacional: Un modelo de eco-urbanismo para una ciudad sostenible*”. Congreso Internacional “Tecnología, Desarrollo Sostenible y Desequilibrios”. Terrassa (Barcelona) 14-16 de septiembre de 1995.
- Rudli, D., Kalk, Nicholas, (1999): “*Community social sustainability in the suburb and city*”. Chapter 7. En “the sustainable urban neighbourhood”. Ed. Planeta Tree, UBEA.
- Rueda, Salvador (1993): “*Ecología urbana y planificación de la ciudad*”. En Medi Ambient. Tecnología i Cultura, núm. 5. Abril. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.
- Rueda, Salvador (1994): “*El ecosistema urbano y los mecanismos reguladores de las variables autoregenerativas*”. En “Ciudad y Territorio”, II (100-101), 1994. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid, 1994.
- Rueda, Salvador (1995): “*Ecología urbana. Barcelona i la seva regió metropolitana com a referents*”. Editorial Beta. Barcelona, 1995.
- Rueda, Salvador, (1998): “*Metabolismo y complejidad del sistema urbano a la luz de la ecología*”. En “Ciudades para un futuro más sostenible. La construcción de la ciudad sostenible: fundamentos”. Pagina: <http://habitat.aq.upm.es/cd/p2/a008.html> (59k).
- UE (1995): “*Proyecto, ciudades sostenibles*”. Grupo de Expertos del Medio Ambiente Urbano. Dirección General XI.
- Williams, Bern, (1999): “*Sustainable Development*”, en Soares, Claire M. “Environmental technology and economics sustainable development in industry. Ed. Butterworth, Heinemann, EUA, 1999.

CAPÍTULO IV

TEORÍAS APLICADAS A LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.

4. La Teoría del Caos Aplicada a la Planificación Territorial

La complejidad con la que se desarrolla la sociedad actual y el funcionamiento evolutivo que sufre la ciudad, está permitiendo la aparición de una serie de variables que provocados por la dinámica del proceso de globalización económica sustentan una dialéctica de procesos autorregulativos entre ellas. En tanto existe una dialéctica de transformación, apropiación y utilización del uso del suelo que, interrelacionándose entre ellos mismos producen procesos dinámicos que generan verdaderos cambios sustanciales en la conformación del espacio. Aquí mismo, la planificación territorial juega un papel importante a la hora de definir los parámetros de la transformación del territorio, su aplicabilidad, los usos y mantenimiento de las escalas de crecimiento, la inversión destinada a áreas de crecimiento como de espacios confinados a la preservación, etcétera.

Observando las actuales tendencias de crecimiento económico y demográfico de ciertas ciudades, se aprecia una transformación insostenible de desarrollo en la estructura económica, política, social y territorial, que como consecuencia, ésta es provocada, por la lógica del proceso de globalización*, así como la intensificación de las relaciones con la sociedad (personas, servicios, el mismo territorio en dispersión, segregación por la difusión de las actividades, etc.) y los impactos de las nuevas tecnologías de la información, sin duda, están conformando nuevas áreas urbanas con sus especificidades espaciales desarticulantes cada vez con el territorio, delimitado por sus umbrales físicos, para dar origen al tipo de crecimiento fragmentado, disperso, segregado y difuso de la ciudad.

Sin embargo, la tendencia actual de crecimiento que caracteriza algunas ciudades Europeas, como el análisis que plantean los autores Salom, Julia, Elizabeth, et.al, viene a especificar de cierta manera nuevos modelos espaciales, tanto en las grandes ciudades como en las de tamaño medio, comprobando que son mucho más complejos y están caracterizados más por su estructura reticular que por las relaciones jerárquicas entre lugares (Salom, Delios, Pitarch y Albertos, 1999). En este sentido hemos retomado parte del análisis para contextualizar nuestro estudio de caso: por ejemplo, lo que corresponde

* Cuando nos referimos al proceso de globalización, no sólo mencionamos las consecuencias desde el ámbito propiamente económico que, por cierto, es un aspecto que designa realmente la razón de ser la tendencia; sino que, al mismo tiempo, nos conduce a considerar los impactos que actualmente está provocando con relación al territorio, es decir, las transformaciones físicas espaciales; la concentración y dispersión de actividades por todo el territorio de la ciudad, (para algunos autores han llamado al proceso de crecimiento o el modelo de ciudad en compacto y difuso), entre otras características que hoy día van expresando a raíz del reacomodo de las nuevas necesidades de sus habitantes; así como, las nuevas tecnologías de la comunicación en todas sus variantes, etc. En consecuencia, es la globalización económica, social, política, territorial, etc., la que permite desestructurar el territorio y las transforma para las nuevas demandas de los usos del suelo. Se reacomdan las actividades clásicas (industrias, hipermercados, centros de ocio, etc.), pero, al tiempo van resurgiendo nuevas formas de apropiación del espacio difuso para las nuevas demandas del mercado mundial. Se diversifican las redes viarias, las infraestructuras que las sustentan, los usos del espacio para integrar a la naturaleza al ámbito urbano son más drásticos y tiende a segregar a los habitantes polarizando los desplazamientos. En suma, es la absorción de un mercado globalizado que consume irracionalmente los recursos a cambio produce desechos que aun el reciclaje deja mucho que desear.

a la subregión del Vallés occidental, como punto de referencia. Mientras que en el ámbito general, podemos mencionar que, en la última década en Europa ha aumentado la población y el empleo concretamente en el área en que se localizan las grandes ciudades, pese a que su intensidad ha sido inferior en el centro no así en la periferia de aquellas. Esta tendencia ha impactado también en el proceso que desarrolla la zona de la región del Vallés. Los nuevos cambios territoriales y las nuevas formas de producción económicas de la región permiten una estrategia de crecimiento basado en la dispersión de las ciudades, por ejemplo: las nuevas infraestructuras viales, las segundas residencias, los espacios de ocio, la movilidad urbana, las transformaciones y usos del suelo de agrícola a urbana, etc.

Ante ello, la definición que se ha utilizado para describir la ciudad y la determinación de su ámbito de influencia, aun se enmarca en términos de relaciones de dependencia, de producción y consumo de servicios, de concentración de múltiples actividades, etc., hoy día podemos decir que está en entredicho. Por ejemplo, la ciudad compacta decimonónica, está siendo sustituida por otras definiciones o modelos de ciudad que tratan de acercarse a las distintas características que van adquiriendo a lo largo de las últimas décadas: la ciudad difusa, dispersa, segregada y polarizada. De estos conceptos complejos o, si queremos concretizar en algunos paradigmas de crecimiento para saber en cual de estos nos estamos acercando hoy día, podríamos mencionar dos de ellos que se refieren sobre la edificación: compacta* y continua. Sin embargo, en la actualidad, se trata de sustituir la connotación anterior por las diferentes acepciones de “ciudad real”, “ciudad central” o “ciudad difusa”**, que en última instancia es la segregación social y/o física del territorio. Pero, la idea central de buscar una caracterización de la ciudad del presente está en función del tipo de crecimiento que tendrá para el futuro. De ahí entonces, de seguir con este tipo de crecimiento, las contradicciones generadas de ese proceso llevarán a generar los mismos problemas que hoy día hemos estado cuestionando. En los siguientes apartados plantearemos sobre la teoría del caos aplicado a la planificación territorial.

4.1. Algunos Elementos de la Planificación Territorial

Tomando en cuenta el sentido de los términos de las políticas referidas a la planificación ambiental y su relación con el ámbito espacial, ambos se complementan con los mecanismos económicos, incluso pueden establecerse en líneas generales para el funcionamiento de la planificación; por otra parte, coincidiendo con L. Jiménez, él menciona dos categorías de referencia para llevar a cabo la inserción de la planificación am-

* Entre las características que presenta la ciudad con modelo compacto, existe una proximidad entre usos y funciones que supone un bajo consumo de materiales y energía; por otra parte, se aprecia que también en términos de la superficie edificada por habitante es menor en comparación con la ciudad dispersa sobre el territorio.

** Esta forma de percibir el crecimiento urbano, se auxilia de la corriente funcionalista y depredadora del territorio metropolitano. Ya hemos comentado sus contradicciones en el capítulo anterior, es decir, la concepción funcionalista de transformación del territorio es consumidora de un ingente de recursos en materia y energía, así como de la utilización del espacio urbano de manera dispersa, segregada y polarizada de los usos del suelo.

biental (Jiménez, 1992), y nosotros agregaríamos un tercer punto en este sentido como es la planificación territorial; de esta manera se plantean las categorías siguientes:

a) métodos dirigidos a modificar la conducta del agente contaminador (persuasión moral, controles directos y sistema de precios); b) inversión pública en proyectos de protección y mejora del medio ambiente, y por supuesto para el territorio, buscando la sostenibilidad de los usos del suelo. Estos instrumentos pueden utilizarse complementariamente para lograr los objetivos ambientales. Incluyendo el tercer elemento diríamos c): que exista una mayor inclinación hacia la descentralización y el desarrollo de la política ambiental en concomitancia a la planificación territorial. Poner en marcha una planificación como la aludida dependería esencialmente de voluntad política, recursos suficientes para llevar a cabo su ejecución (económicos, técnicos, humanos, etc.) y, finalmente, de un órgano administrativo acorde con las necesidades de la organización del espacio territorial.

Sobre las cuestiones relacionadas con la planificación del territorio y del medio ambiente, existen dos formas para comprender el tipo de desarrollo basado en una tendencia hacia la sostenibilidad:

- Podrían ser los métodos de gestión e instrumentos de desarrollo más sostenible, para manejar y ajustar los sistemas de planificación y, por supuesto, ambientales, minimizando los efectos negativos a través de un conjunto de procedimientos: científico-técnico-administrativos que van desde la implantación de normas ambientales hasta llegar a la planificación integral, pasando por métodos de evaluación del impacto ambiental, modelos ecológico-económicos, análisis de proyectos de inversión, desarrollo territorial, etc.
- En este punto se trata de superar conjuntamente los problemas estructurales del subdesarrollo y del deterioro ambiental profundizando en las causas e incidir en un nuevo estilo de desarrollo alternativo y ecológicamente racional. Mientras que por otra parte, al hablar de la planificación territorial, se podría considerar conjuntamente un nuevo estilo basado en el desarrollo sostenible, incluso más que una metodología de la planificación en sí misma.

Respecto a estas dos formas de contemplar la relación entre medio ambiente y planificación territorial se puede convertir en dos procesos simultáneos y complementarios. Principalmente, cuando existen problemas estructurales, la solución a estos y el único medio para atajar el problema ambiental y sus consecuencias en el ámbito espacial, sería de acuerdo con razones de peso para que surjan algunos mecanismos de contención. En primer lugar, durante la transición de un estilo o de transformación del territorio a otro proceso puede significar mayor tiempo y, es necesario atacar las manifestaciones o influencias externas tanto del problema ambiental como del crecimiento del territorio. En segundo lugar, es importante tomar en cuenta en el nuevo estilo una democratización de la estructura social para poder hacer los cambios y las sugerencias de los diferentes agentes que participan en la planificación territorial. En tercer lugar, ya que existen al-

gunas incertidumbres en la elaboración de los planes y el desconocimiento respecto a las restricciones que plantean los distintos ecosistemas naturales y el territorio en su conjunto, se sugiere que los problemas ambientales y sus impactos en el territorio estarán presentes durante mucho tiempo, por lo que es necesario recurrir a soluciones utilizando planes parciales. La planificación medioambiental se preocupa por la mayoría de colectividad de la sociedad y por los recursos de la tierra (Selman, 2000).

Según L. Jiménez H., cuando existe un empuje y una dinámica de la problemática ambiental, en buena medida, se han reconducido los procesos de toma de decisiones y también se han reactivado los métodos de planificación, (Jiménez, 1992), en esta dirección agregaría, por supuesto, el de la planificación territorial que no se contrapone a los métodos de la problemática ambiental. Ahora bien, con la incorporación de la dimensión ambiental a los planteamientos de la planificación territorial y la tendencia constante en busca de la sostenibilidad, hemos supuesto un giro en los métodos de la planificación convencionales que regularmente se refieren a enfoques sectoriales y fragmentados. De ahí que la perspectiva nuestra esté orientada hacia una “planificación integral” que trata justamente de integrar los objetivos previstos hacia una ciudad sostenible de acuerdo con los procesos de desarrollo basados en el uso racional de los recursos, manteniendo el equilibrio de éstos a largo plazo con un sentido de globalidad interdependiente, aunque localmente se debe pensar en no dañar el entorno más inmediato.

Sin embargo, las rigideces y estrecheces de las planificaciones, máxime, las más convencionales, por ejemplo, la planificación económica, social, territorial, etc., con sus respectivos enfoques analíticos, de racionalidad funcional, su orientación sectorial, pueden superarse a través de la planificación integral desarrollada sobre bases sistémicas, multidisciplinarias e integradoras, cuando menos en cuatro espacios intercomunicados entre sí:

- a) En el *tiempo* (horizontes temporales diferentes entre los aspectos económicos, sociales, territoriales y ecológicos);
- b) En el *espacio* (distintos niveles geográficos locales, regionales, nacionales e internacionales);
- c) En la *forma* (articulación en sentido vertical, entre fines y medios, y en sentido horizontal entre políticas y proyectos conflictivos);
- d) En la *organización* (tratamiento multidimensional, abierto, participativo y adaptativo para tener en cuenta la complejidad, la incertidumbre y los efectos de retroalimentación), (Jiménez, 1992).

Por último queremos mencionar que, la noción de planificación territorial y ambiental presuponen que existe en el mecanismo de mercado incapacidad de percibir y asignar eficazmente los recursos ambientales para lograr un desarrollo sostenido a largo plazo y que las leyes económicas han de supeditarse al comportamiento de las leyes naturales; al mismo tiempo, se debe reconocer que los ecosistemas tienen sus propios límites de capacidad de sustentación. Por lo que la planificación territorial como una parte integrada de la gestión global del medio ambiente, asienta sus bases en un enfoque sistémico-

estructural-dialéctico. En tanto que, incluir la variable ambiental en este proceso de planificación del territorio como un nuevo sector adicional en los esquemas tradicionales de planes (economía, salud, educación, energía, transportes, urbanización, etc.) no sólo podría ser un agregado simplemente, sino incluso favorable para modelizar los problemas y buscar una tendencia de sostenibilidad.

Haciendo una observación para el caso de la planificación territorial, es pertinente aclarar en cuanto a la cantidad de factores que interactúan en la realidad fisico-espacial-urbana, para nuestro ejemplo, analizar cómo éstos son tan complejos y no permiten que un tratamiento lineal obtenga previsiones de futuro y fuesen tan representativas. Sin embargo, sería más compatible quizás con la naturaleza no-lineal, dinámica, orgánica, sistémica y holística con respecto a los sistemas naturales y sociales.

El ambiente al que se refieren los sistemas físicos y biológicos que proporcionan nuestro apoyo básico de vida, y contribuye nuestro bienestar psicológico, también se puede decir que aquí interviene la planificación ambiental. Lo anterior se retroalimenta con el planteamiento de, Paul Selman, en el sentido de que, ‘Planificando’ es una actividad genérica de anticipación determinada, y aprovisiona para, el futuro. Específicamente, se toma para comprender las acciones tomadas por el sector público, organismos para regular el agua y usos de la tierra en nombre de la sociedad, a menudo a través del pueblo y planificando la legislación del país. Históricamente, los humanos, sobre todo esos que viven en sociedades industriales, han tendido a vivir pillando y degradando los recursos de la tierra. El énfasis ahora, sin embargo, ha cambiado para un desarrollo sostenible, en el que se usan recursos de manera que permiten niveles de recuperación y regeneración. Nosotros en ninguna parte tenemos cerca un estado a favor de un equilibrio con la capacidad de la tierra para la renovación; cómo lograr este estado en el futuro; nosotros debemos prepararnos para cruzar una ‘transición sostenible’. El último papel de planificación medioambiental es ayudarnos a lograr esta transición (Selman, 2000).

4.2. Sobre la Necesidad de un Modelo Analítico

Según, Antoni Meca M. (1998), -dice- que uno de los problemas con los que se tropieza para intentar prever algunas reacciones futuras de los cambios en el medio ambiente, es mediante un modelo basado en la teoría de Caos que, en el caso de aplicar un modelo estadístico al crecimiento de la población, lo único que se consigue demostrar es la naturaleza impredecible del urbanismo.

No obstante dada la magnitud del problema, hay quienes han intentado dar una respuesta para salir del embrollo. Dos autores como Josep María Fargas y Pegor Papazian, han planteado el uso de un modelo analítico en lugar de un modelo estadístico. Ya que con un modelo analítico se puede modelar un sistema caótico en función de los factores que tienen influencia sobre él. Por otra parte, si el modelo está correctamente ajustado simulará el comportamiento caótico, en tanto que será efectivamente impredecible sin la utilización del azar y sin basarse en una representación probabilística.

Continuando con la idea anterior, y para destacar una de las ventajas del modelo analítico que refiere a la capacidad de analizar cualquier secuencia posible de estados futuros, en términos de los factores influyentes, suponen representar en el modelo aspectos importantes del funcionamiento del sistema.

Sin embargo, desde la perspectiva de los modelos analíticos existe la posibilidad de permitir analizar el comportamiento de los sistemas ante la variación de un sólo factor y determinar si éste provoca diferencias cualitativas en las familias de patrones resultantes. Al parecer ninguna de estas dos posibilidades de estudio pueden llevarse a cabo con los modelos estadísticos.

4.3. La Aplicación en los Sistemas Urbanos

Como hemos mencionado en líneas arriba, de que la predicción a largo plazo se torna casi imposible en un sistema caótico, en tanto que analizando la idea central podría buscarse la utilidad de este enfoque al determinar sólo cuando el sistema empieza a comportarse caóticamente y, sobre todo, cuáles son los parámetros que inciden en su comportamiento.

Volviendo nuevamente a retomar a los autores mencionados Josep M. Fargas y Pegor Papazian cuando aplican un modelo computacional, y se preocupan al deducir las posibles envolventes de edificios en función de parámetros de zonificación y de intereses económicos y/o políticos de los diferentes agentes involucrados en el proceso de construcción de la ciudad.

Estos autores han propuesto una metodología basada en dos fases para su desarrollo:

- Primera fase, que deben establecerse los factores que influyen en el sistema a estudiar, y hacer una abstracción de las reglas racionales que gobiernan el comportamiento del sistema ante variaciones de un mismo factor, independientemente de los demás.
- Segunda fase, según estos autores, que se deben implementar las reglas racionales, obtenidas de la fase anterior, en un programa informático. Donde éste se estructurará como un *sistema experto* para cada uno de los módulos, que representan un factor, asimismo, deberá ser conectado y sintonizado para que el comportamiento del programa siga el de los sistemas estudiados.

Sin embargo, con respecto al estudio de Fargas-Papazian, para deducir los posibles envoltentes de edificios utilizaron unos factores tales como:

- Planeamiento
- Renta / precio del suelo
- Atractores socioeconómicos
- Topografía

Desde el punto de vista de estos autores, este modelo podría ser uno de los módulos dentro de un sistema más amplio que se ha propuesto a escala regional. Pero también podrían existir otros módulos que incluyesen reglas más analíticas de tráfico, influencias de los cambios de población, constricciones demográficas, etc.

4.4. Modelo de las Atractividades

Si tomamos en consideración, los cambios y las características que va teniendo la sociedad humana, siguiendo a Antoni Meca M., (1998), la capacidad para adaptarse a su medio, así como del conocimiento para estructurar un comportamiento frente a las necesidades de su entorno inmediato con *condiciones de no-equilibrio*, será justamente la

asimilación de las transformaciones con el sistema y la adaptación sucesiva los que permitirán la flexibilidad ante los nuevos cambios entre la sociedad y el medio ambiente; procesos que identifican del resto de los seres vivos. Con estas condiciones es necesario describir este fenómeno, para ello, se puede auxiliar de ciertos *modelos dinámicos no lineales*, por lo que utilizaremos el modelo de las atractividades.

En este sentido es necesario tener en cuenta que “*Un modelo dinámico de una sociedad humana se inicia determinando que el sistema, además de su estructura interna, presenta un fuerte acoplamiento con su entorno con el que intercambia masa, energía e información. Piénsese, por ejemplo, en una ciudad en la que se importan constantemente materias primas y productos agrarios y de la que se exportan productos acabados, mientras que los medios de comunicación de masas y los medios profesionales de comunicación mantienen constantemente informados a los distintos grupos sociales acerca de la situación actual y de las tendencias inmediatas*”, (Nicolis y Prigogine, 138, 1978).

Desde esta perspectiva, se debe tomar en cuenta que los sistemas humanos, a diferencia de los sistemas químicos o las sociedades de animales, existe la necesidad de desarrollar deseos ya sean en forma colectiva o individuales. A simple vista se aprecia una aparente discrepancia entre lo deseado y lo que puede existir (desde el aspecto real) lo que hace que el futuro humano tenga un alto grado de impredecibilidad.

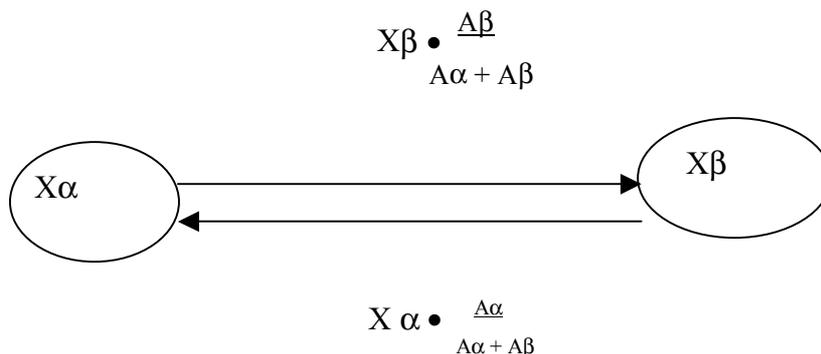
Concretizando un tanto en el ejemplo que hemos propuesto sobre la ciudad, podemos comprender que las múltiples actividades se encuentran en procesos cada vez más especializadas, donde las características físico-espaciales tienden a ubicarse en diversas zonas, por ejemplo, éstas se diferencian en residenciales, industriales, de servicios, así como de los niveles de renta y por supuesto de condiciones de vida materiales de sus habitantes, en conjunto conforman una nueva reestructuración del territorio.

Las características más sobresalientes del modelo pueden resumirse de esta manera:

- Las variables principales que determina el estado son el número X_i^k de habitantes del grupo “K” en el lugar de “i” y las correspondientes actividades J_i^k .
- N_i está determinado por los puestos de trabajo del tipo “K” en el lugar de “i”.
- En términos de las atractividades A_{ij} se expresan como funciones complejas de X_i^k , J_i^k y de las distancias entre los puntos “i” y “j”.

Para los casos de realimentación y la posibilidad de elección se tomarán dos elementos simultáneos α y β , además, con atractividades $A\alpha$ y $A\beta$.

Asimismo, tendremos a $X\alpha$ y $X\beta$ que representarán a las poblaciones para los elementos de α y β . Por tanto, la ecuación quedaría de la siguiente manera:



$$X\alpha \cdot \frac{A\alpha}{A\alpha + A\beta} \rightarrow \text{Individuos que desean cambiar a } \beta.$$

$$X\beta \cdot \frac{A\beta}{A\alpha + A\beta} \rightarrow \text{Individuos que desean cambiar a } \alpha$$

De las ecuaciones anteriores se puede obtener un teorema para las ecuaciones de equilibrio de $X\alpha$ y $X\beta$:

$$\frac{dx\alpha}{dt} = \alpha \cdot X\alpha \left(\frac{X\beta \cdot A\alpha}{A\alpha + A\beta} - \frac{X\alpha \cdot A\beta}{A\alpha + A\beta} \right)$$

Simplificando tenemos $\rightarrow X\beta = N - X\alpha$ donde $N =$ población total, de ahí se obtiene la siguiente ecuación:

$$\frac{dx\alpha}{dt} = \alpha \cdot X\alpha \cdot \left(\frac{N \cdot A\alpha - X\alpha \cdot A\beta}{A\alpha + A\beta} \right)$$

para $X\beta$ se tiene:

La dependencia que existe entre las atractividades respecto de X , la convierte en una función del estado instantáneo. Para aumentar la complejidad las ecuaciones anteriores basta con aumentar las posibilidades de elección, y aplicar una situación más realista en que la atractividad de la oferta “i” dependa del grupo de población “j”, donde se supone que la población total “N” es inhomogénea y se descompone en grupos diferenciables, para que cada grupo adopte su propio punto de vista acerca de la atractividad relativa de las diversas posibilidades de elección.

Por tanto, se tiene la siguiente ecuación:

$$\frac{dx_i}{dt} = C \cdot X_i \cdot \left(1 - \frac{X_i}{\sum_{j=1}^k \frac{N_j \cdot A_{ij}}{\sum A_{ij}}} \right) \quad (i = 1, \dots, K)$$

Con respecto a la ecuación anterior, se tiene las variables de las atractividades A_{ij} y las N_j están relacionadas con las variables de población X_i del estado momentáneo.

Algunas conclusiones del modelo anterior:

Retomando las ideas centrales de Nicolis y Prigogine, al plantear que la resolución numérica de estas ecuaciones confirma claramente la existencia de un gran número de soluciones así como de complicados fenómenos de bifurcación. Al considerar una zona en la que las variables están inicialmente distribuidas de forma aleatoria, se observa, poco a poco, la aparición de una estructura organizada con sus propios centros de comportamiento y negocio, sus zonas industriales, sus centros comerciales y las zonas residenciales que diferentes calidades. En tanto no aparezca algún tipo de perturbaciones masivas, la estructura permanece estable, durante un tiempo indeterminado, (Nicolis y Prigogine, 1986).

Por otra parte se dice que cuando se inicia una nueva actividad, esta se va incrementando paulatinamente hasta llegar a una estabilización; sin embargo, si esta misma actividad se lleva a cabo con otras condiciones no tiene necesariamente que lograr un éxito. En tanto continúe esta situación destacará posiblemente el peligro de una planificación estrecha y a corto plazo, o lo que es lo mismo se basa en la extrapolación de experiencia anteriores.

4.5. La Ordenación del Territorio: Políticas y Sostenibilidad

Se piensa que es hasta mediados del siglo XX cuando se plantean ciertos modelos que se relacionan con la ordenación del territorio, y son éstos los que toman en cuenta más de cerca las preocupaciones en el ámbito medio ambientales. Pero para ello, regularmente se desarrolla en los países que tienen una tradición sobre la materia, es decir, los países más industrializados como es el caso de los Estados Unidos, Canadá, Alemania, entre otros países.

Podemos decir también que, es hasta mediados de los años setenta, las preocupaciones por mantener una conciencia de cara a las irregularidades y defectos de los procesos de industrialización, se desplaza esta preocupación directamente hacia una mayor difusión

para la conciencia europea, principalmente desde el punto de vista económico y desde la perspectiva de la planificación territorial; asimismo, en los cambios y las preocupaciones medioambientalistas; en este sentido Miguel Ruano plantea el surgimiento de la ecología que incorpora, además, de los ambientalistas a los proteccionistas y pensadores alternativos, (Ruano, 1999).

Sin embargo, es a partir de la Conferencia de Río y con el slogan del *desarrollo sostenible* empieza de lleno la conciencia sostenible con miras a mejorar, quizá, un tanto el aspecto económico de algunos países que internalizan los problemas ambientales en la política territorial. Es en el año de 1992, cuando los líderes de 172 países se reunieron en Río de Janeiro, en la Primera Cumbre Mundial del Medio Ambiente, para pronosticar, prevenir y resolver problemas graves, asimismo, los medios de comunicación asumieron el término de “sostenibilidad” para difundirlo por todo el mundo.

Pero, es después de la Segunda Guerra Mundial cuando surge el tema sobre el nuevo modelo de pensar en el urbanismo y ordenación del territorio. También en la década de 1950 y 1960 cambian ciertas concepciones de aprovechamiento de la energía nuclear para usos civiles, y, además, se inicia la investigación sobre fuentes de energía que pudiesen remplazar los combustibles fósiles. Se aplica entonces la búsqueda de nuevas formas de energía en la solar, eólica, térmica, de las mareas y otros tipos renovables de energía. Sin embargo, durante los últimos años sesenta y principios de los setenta, se produjo una cierta pérdida de confianza en la ciencia y en el progreso tecnológico. Por lo que se veía entonces una fuerte tendencia hacia el retorno a la naturaleza, (Ruano, 1999).

En el marco anterior, se expresa que la ecología y la tecnología son partes de un proceso que lleva sin duda hacia una estrategia de desarrollo sostenible; y desde que fue acuñado el término en 1992, se ha ido introduciendo en los diferentes ámbitos sociopolíticos para replantearse nuevos objetivos de cara a la situación medioambiental a escala planetaria, con la gestión de “comunidades humanas sostenibles”.

El concepto mismo del *desarrollo sostenible* proporciona un nuevo marco básico de referencia que se emplea para todos los ámbitos de las actividades humanas. El desarrollo sostenible lleva consigo la tendencia para mantener la calidad de vida, asegura un acceso continuo de los recursos naturales y evita los daños ambientales como producto de la sobreexplotación. Su definición también deviene de 1987: “el desarrollo sostenible satisface las necesidades de la generación actual, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias” (Comisión Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo”. Informe Brundtland, 1987).

Con respecto al concepto de desarrollo sostenible, va ser necesario utilizar el planteamiento nuevamente de M. Ruano, para ello se hace una serie de preguntas que engloban temas relacionados con la sostenibilidad: ¿cómo se definen esas necesidades y quién las define? ¿Qué es una necesidad real y qué es una superflua? En consecuencia, nos remitiremos a la noción de capital que debe ser transferida de generación en generación, además, para ir respondiendo en parte los cuestionamientos. Por lo que de aquel capital desprendemos tres componentes: a). Capital artificial (edificios e infraestructuras, como fábricas, escuelas y carreteras); b). Capital humano (ciencia, conocimientos, técnicas) y; c). El capital natural (aire puro, agua pura, diversidad biológica, etc.), (Ruano, 1999). De esta manera podemos retomar entonces que la sostenibilidad se traduce para

nuestro caso de estudio, en que cada generación debe vivir de los intereses derivados de la herencia recibida, y no del propio capital principal.

Sin embargo, este concepto mismo ha tenido una serie de interpretaciones, que la han inducido hacia dos tratamientos para el capital: primero, mientras se preserve el valor del capital global, uno de sus componentes (por ejemplo, el capital natural) puede gastarse siempre que se incremente otro componente (como el capital artificial) en la misma medida; este punto de vista se le llama de sostenibilidad débil. No obstante, la sostenibilidad fuerte, plantea que el capital natural no debe dilapidarse aún más, porque las consecuencias podrían ser ya irreversibles, por ejemplo, extinción de especies, deforestación, etc. una gran mayoría de científicos y ecologistas defiende esta propuesta.

Por otra parte para destacar la dinámica y la configuración de las conurbaciones actuales, será pertinente considerar que, la mayor parte de sus problemas han sido fruto combinado del despliegue sin precedentes de una racionalidad científica parcelaria y de una ética individualista insolidaria, que alcanzan su síntesis en las visiones atomistas de la sociedad. Mientras tanto, se debe tomar en cuenta que el proyecto de reconvertir las conurbaciones actuales hacia la meta de la sostenibilidad global exige, para que sea realizable, reavivar esa conciencia colectiva, no sólo en lo local, sino también en lo global. Es decir, que exige, una conciencia ciudadana que abrace un nuevo geocentrismo que trate de evitar que las mejoras locales se traduzcan en deterioros globales, (Naredo, 1999).

Para ilustrar de manera objetiva la preocupación medioambiental, será ocasión de representar algunos esquemas de modelos de sistemas territoriales. Ya que se sabe en la planificación no existen soluciones únicas, será entonces oportuna la idea central para establecer tres modelos con características en sencillez, fidelidad y precisión, (Ortega y Rodríguez, 1994):

- Modelos basados en unidades ambientales homogéneas.
- Modelos basados en la determinación de usos según áreas.
- Modelos mixtos.

1. Los modelos basados en unidades ambientales homogéneas; están en relación con el territorio y de los datos del inventario. Para ello se emplean algunos modelos como los siguientes:

- Modelo de Hills: este modelo se empleo en Canadá por Angus G. Hills. Toma en cuenta las semejanzas climáticas al dividir el espacio total en zonas. Y después la divide en subzonas, y toma en cuenta la base geológica y fisiográfica según las características del suelo. De donde el tipo fisiográfico se enfrenta a cuatro categorías de uso del suelo: agrícola, silvícola, conservacionista y recreativo; donde también se valora la capacidad o potencial de producción, la adecuación de uso o conveniencia dadas las condiciones económicas y sociales existentes o

previstas. Por otra parte, existe la posibilidad de hacer agrupaciones sucesivas para constituir unidades de paisaje, de suelo que al final se logra clasificar el territorio en su conjunto, y de esta manera se cartografían las unidades en cuestión.

- Modelo GEM: en 1975 fue diseñado con base ecológica general para un nuevo sistema de planificación física de Holanda. Este modelo valora las interacciones entre el medio natural y la sociedad referidas a un determinado sistema espacial. Toma en cuenta la unidad básica territorial y emplea el concepto geográfico de geotopo, definido como una parte de la geosfera morfológica y funcionalmente homogénea. Además, emplea magnitudes ecológicas del medio con las características de diversidad, rareza, plenitud e irremplazabilidad.

2. Existen otros modelos que se basan en áreas según sus usos potenciales. Estos modelos tienen sus características porque se basan en los elementos útiles o significativos del medio, para estudiar la reacción individual frente a las actividades previstas.

- Modelo de Lewis: surge en 1964, (Wong, Wong, 1998), con el objetivo de identificar todos los recursos ambientales del Estado de Wisconsin. Incorpora los valores ecológicos al proceso de planificación; sin embargo, no pretende clasificar el territorio, ni delimitar usos, sino que se limita a reservar zonas en las que no puede realizar ninguna actuación. Véase Figura 4-1.

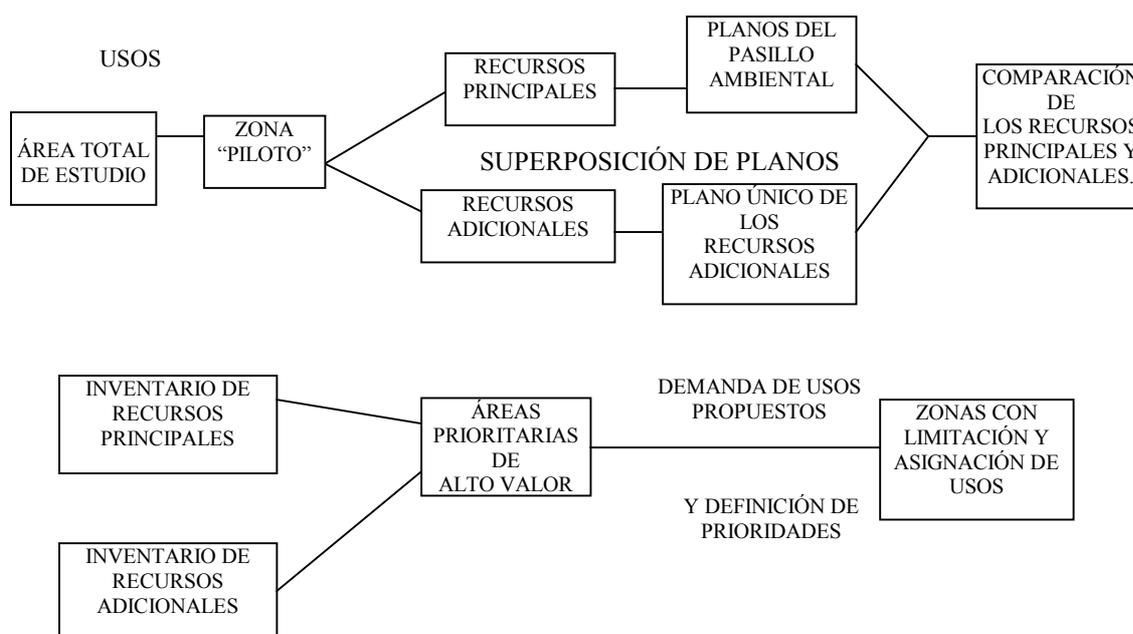


Figura 4-1. Figura de Lewis

El autor ha utilizado una serie de valores como las que a continuación enumeramos:

- Delimita el área total de estudio.
- Identifica los usos del territorio.
- Selecciona un área “piloto”.
- Cartografía el área “piloto” en mapas transparentes de igual escala y tamaño, tanto los recursos principales como los adicionales.
- Superpone los mapas de los recursos principales, definiéndose el pasillo ambiental como en las zonas en las que se acumulan esos recursos.
- Superpone mapas de los recursos adicionales.
- Compara recursos principales y los adicionales.
- Totaliza los valores para identificar áreas de prioridad.
- Identifica limitaciones y asigna usos específicos.

También existe otro modelo similar al anterior, sólo que en éste se sintetizan los mapas para su análisis de acuerdo con una matriz de incompatibilidades:

- Modelo de McHarg: con base en un área de estudio, se efectúa un inventario ecológico, luego se prosigue cartografiando los recursos naturales y culturales. Posteriormente se interpretan los datos del inventario con relación a las actuaciones propuestas. Se obtiene también, un mapa de capacidad intrínseca para cada una de las actividades: agrícola, recreativa, forestal y de uso urbano; enseguida se atribuyen valores a los procesos obteniéndose una zonificación del área total según su valor. Realiza un mapa donde sintetiza mapas de capacidad intrínseca, mapas de valor y matriz de incompatibilidades. Simultáneamente al inventario ecológico se realiza otro de forma económica que junto con los criterios de visibilidad, permite obtener el instrumento de planificación (Figura 4-2).

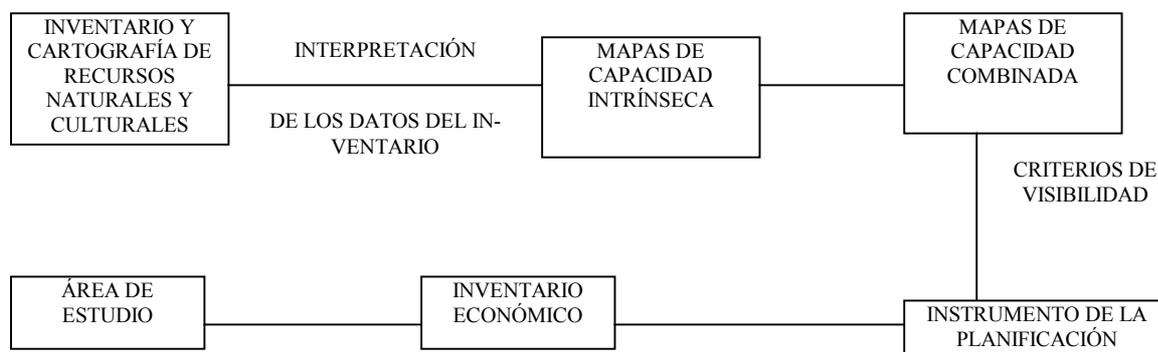


Figura 4-2. Modelo de Mcharg.

➤ 3. Modelos mixtos.

Estos modelos participan más hacia la división del territorio en unidades ambientales homogéneas y de la caracterización de los elementos significativos del medio. Aquí se trata de abordar el urbanismo desde una perspectiva más integral, cuya finalidad es la de llegar a propuestas más racionales y conscientes supervisados por equipos multidisciplinares. Estos modelos pueden presentarse de la siguiente manera:

- Inventario de datos físicos y culturales.
 - Correlación de los datos.
 - Identificación de los problemas más importantes y de las oportunidades.
 - Podríamos agregar también, la caracterización de los usos del suelo urbano; inventario de la consolidación y desestructuración del espacio; racionalización de los desplazamientos de la movilidad y la replantación de una planificación territorial que enfrente el crecimiento insostenible.
- *Políticas, programas europeos y Agenda 21.*

Se ha tomado en cuenta en la CEE, en especial el problema del medio ambiente, y se incrementa la preocupación ante la demanda de una mejor calidad de vida, al incidir en el análisis de los efectos de la industrialización y de la urbanización; no obstante, es a partir del año de 1970 que se redacta el primer documento de la Comunidad: el I Programa de Acción de las Comunidades Europeas sobre Medio Ambiente (1973-76).

Existen algunos principios en los que se basa y son trece, pero para nuestro caso de estudio sólo nos remitiremos a los siguientes:

- La política comunitaria del medio ambiente debe tener por objeto, en cuanto sea posible, progresar de forma coordinada y armonizada con las políticas sectoriales.
- Se debe tener en cuenta la incidencia de todos los procesos técnicos de planificación y de decisión sobre el medio ambiente.
- La mejor política del medio ambiente consiste más en evitar, el origen de la contaminación y los daños, antes que posterior acción para combatir sus efectos.
- La política del medio ambiente debe ir acompañada necesariamente con el desarrollo económico y social.

Éstos principios han sido los elementos rectores de la política ambiental comunitaria, pero en el IV Programa de Acción fueron redefinidos, al tiempo que se enfatizaron un tanto sobre el desarrollo urbano, (Paniagua y Tarancón, 1993).

Dentro del IV programa, se ha tenido mayor cuidado en enfatizar sobre la urbanización; incluso es la que proviene como resultante de la constante migración del campo a la ciudad, aunado al crecimiento natural de la población urbana en constante expansión, éstos entre otros fenómenos, traen como consecuencia directa un deterioro en la calidad del medio ambiente y por su puesto en el bienestar de la población, debido al consumo de energía y materia que demandan.

Las medidas que se han utilizado para el análisis se pueden resumir en los puntos que tienden hacia:

- La creación de parques o sistemas de espacios libres.
- Aprovechamiento de tierras abandonadas o contaminadas.
- Medidas de restauración de edificios antiguos.
- Control de crecimiento urbano.

Plantaremos algunas ideas en torno al desarrollo urbano desde la perspectiva del V programa.

- *El V Programa.*

La Unión Europea (UE) ha establecido que en este programa deben tomarse en cuenta algunos objetivos que datan desde su planteamiento en 1992, donde convergen nuevos conceptos de sostenibilidad. De esta manera se deberá alcanzar mayor responsabilidad compartida entre todas las esferas de la sociedad, integrando plenamente la política de medio ambiente junto con las demás políticas, lo que requerirá entonces de la aplicación

de instrumentos concretos, entre los cuales se encuentra, sin duda, la Evaluación Estratégica Ambiental (EEA), (Ripa y Verdú, 1995).

Dentro del proyecto del Informe sobre las Ciudades Sostenibles, considera que la ciudad sostenible debe ser interpretado en un proceso, más que como punto final; se recoge gran diversidad de ideas y experiencias prácticas sobre cómo abordar las cuestiones de ordenación urbana sostenible; por lo que es imprescindible desde un enfoque holístico para integrar la ordenación territorial, con base en la teoría de los ecosistemas, ya que se reconoce la complejidad del sistema urbano y las interconexiones entre sus elementos. En consecuencia se han seleccionado áreas prioritarias como: economía urbana, planificación territorial, movilidad y acceso.

En el Figura 4-3, se aprecia algunos de los puntos que se han estudiado para el sostenimiento del V Programa en materia urbana.

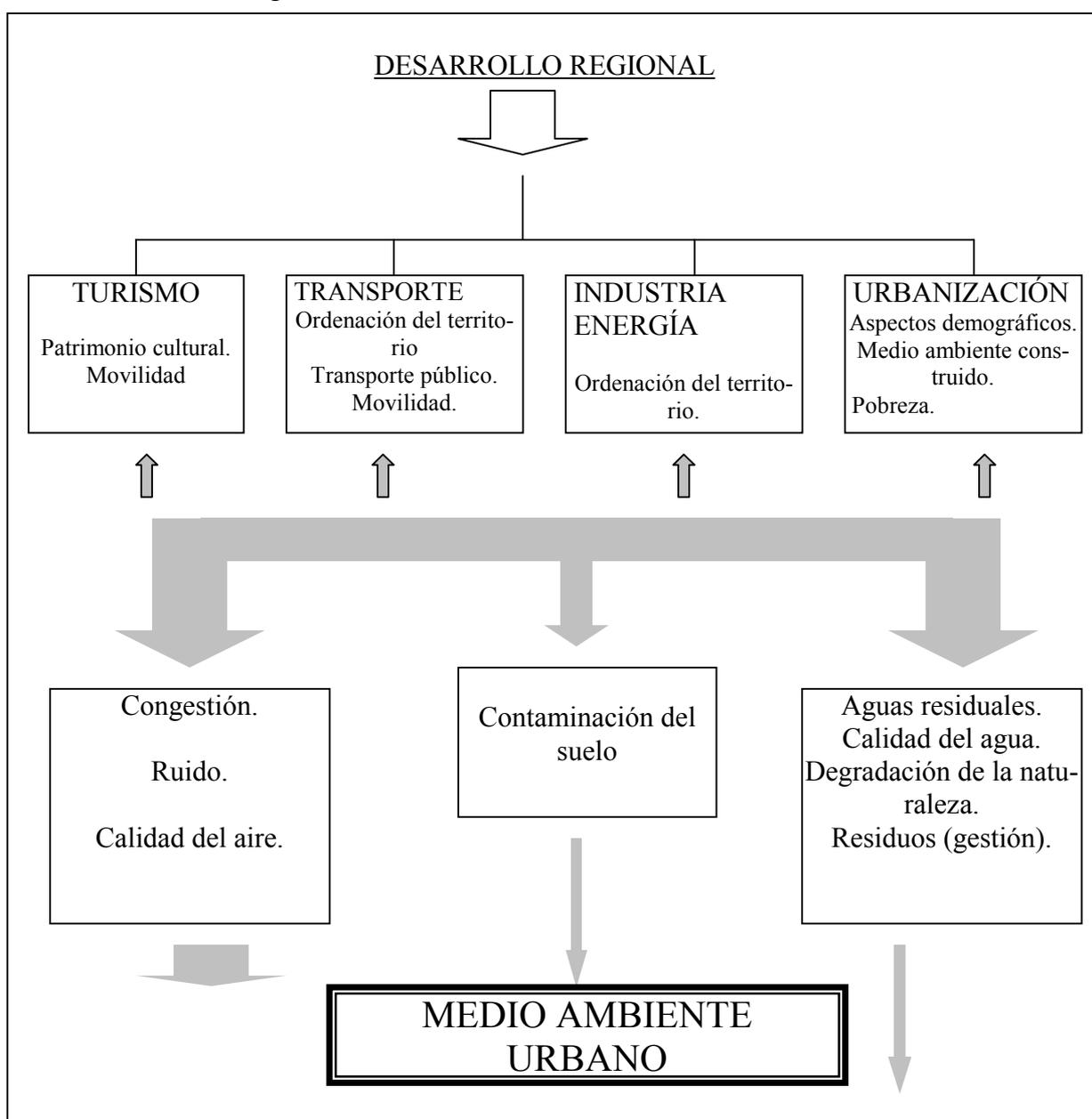


Figura 4-3. V Programa.

La vinculación que existe entre el medio ambiente urbano y la planificación territorial, se ha de reconocer la necesidad de considerar sobre cómo incorporar los objetivos ambientales para un futuro inmediato de los usos del suelo urbanizado; ya que se sobre entiende que para abordar el desarrollo sostenible, no será posible tomar solamente criterios estrechos o fragmentados, sino por el contrario, deben incorporarse criterios ecológicos y políticas esenciales como por ejemplo, los que plateamos: configuración urbana, espacios abiertos, rehabilitación y renovación urbana, diseño urbano y usos mixtos.

En cuanto al medio ambiente urbano, se tiene como puntos importantes de análisis la movilidad y la accesibilidad. En tanto que la movilidad urbana sostenible se estima como un paso que llevará hacia la mejora del medio ambiente urbano, regenerando la viabilidad económica de las ciudades; por ejemplo, dentro de los objetivos a cubrir sería lo que está relacionado con el medio ambiente y el transporte; porque, como dentro del enfoque sostenible se hace necesario integrar el transporte, de ahí que la planificación ambiental en el marco espacial del territorio deba tomar con mucha atención y precisión.

Las políticas y práctica recomendadas por el programa en el sentido siguiente:

- Medidas que eviten la inútil duplicación del trabajo y aumente el intercambio productivo de experiencias.
- Mejor aplicación de las políticas, programas y mecanismos existentes y elaboración de otros nuevos.
- Mejora de la capacidad de ordenación y gestión de las Actuaciones Urbanas con el objetivo de la sostenibilidad.
- Una mayor integración de los aspectos económicos, sociales y ambientales de la sostenibilidad en todos los sectores de las políticas municipales y regionales.
- Mayor coherencia entre directrices políticas y actuaciones para el desarrollo de la sostenibilidad a escala local para todos los estados miembros de la Unión.

- *Agenda 21.*

Pensando en los planteamientos sobre el desarrollo sostenible, en primer lugar habría que considerar que hoy día existe un consenso prácticamente generalizado en cuanto al concepto y objetivo del desarrollo. Y se puede plantear de la forma siguiente: *el desarrollo sostenible global, es congruente con la capacidad de carga de los ecosistemas que soportan la vida.* Dentro de los objetivos prioritarios que tiene es el de lograr una mejora en las ciudades y debe ser sostenida en las condiciones y calidad de vida de la población, con prioridad para las capas más pobres, utilizando los medios económicos, tecnológicos, financieros necesarios, especialmente a través de mecanismos de cooperación internacional (Jiménez, 1992).

En segundo lugar, debía de existir una cooperación para el desarrollo desde el punto de vista de los países donantes; en tercer lugar, se debe dar prioridad al criterio de “interés mutuo”.

Si la Conferencia Mundial de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y para el Desarrollo (CUNCED) celebró en Río de Janeiro, 1992, el deseo de cambiar el curso de la historia por la senda del desarrollo sostenible, muchas fueron las expectativas para llegar a que los gobiernos se comprometieran a acciones concretas. Sin embargo, la cumbre giró en dos direcciones. Primero, la definición de la “Carta de la Tierra”, como principios ambientales generales; el segundo, con la “Agenda XXI”, que pretende ser un programa de acción con objetivos específicos: a) fijar los principios generales para el desarrollo sostenible global; b) marcar la Agenda para el siglo próximo; c) definir las necesidades financieras y tecnológicas para el cambio; d) perfilar un marco legal para el desarrollo; y e) firmar los acuerdos sobre el cambio climático y sobre biotecnología.

Ahora bien, en el ámbito estrictamente urbano, se afirma que no existen condiciones de sostenibilidad globales si las ciudades no unifican criterios de referencia en el ámbito local. Si en la actualidad estamos dentro de una dinámica de globalización donde todo se organiza y se gestiona a través de una red de sistemas urbanos que a su vez concentra y centraliza los principales centros de información y por supuesto de decisión, residencia, producción, distribución y consumo, será desde esta perspectiva para tomar en cuenta y mirar las pautas de un desarrollo local.

De la misma Agenda XXI, remitiéndonos en el aspecto urbano, los informes destacan la necesidad de afrontar los problemas derivados de los límites del actual modelo de urbanización, donde se caracteriza a este modelo como consumidor ingente de recursos de materia y energía basado en la lógica del crecimiento cualitativo y de manera sectorial. Donde lo importante es el crecimiento en detrimento de las generaciones futuras sin tomar en cuenta las necesidades del presente o a costa de ellas.

Algunas de las características de la Agenda, (Prat, 1995):

- Se concibe como estrategias globales de prevención y actuación tendentes al desarrollo sostenible, así como a la calidad de vida local, mediante los principios de la sostenibilidad.
- Los programas suelen estar dirigidos por los poderes locales, pero tienen un carácter abierto y se elaboran en amplios procesos de concertación con otras administraciones y agentes privados y población local.
- Los programas se conciben como sucesión de ciclos que definen los principales problemas con relación a la sostenibilidad local.

En la Figura 4-4, la Agenda 21 toma en cuenta el entorno urbano con una serie de acciones prioritarias, destinados a establecer una comunicación adecuada entre los usos de los recursos naturales, la producción y el consumo, con la intención de minimizar los efectos ambientales (Meca, 1998).

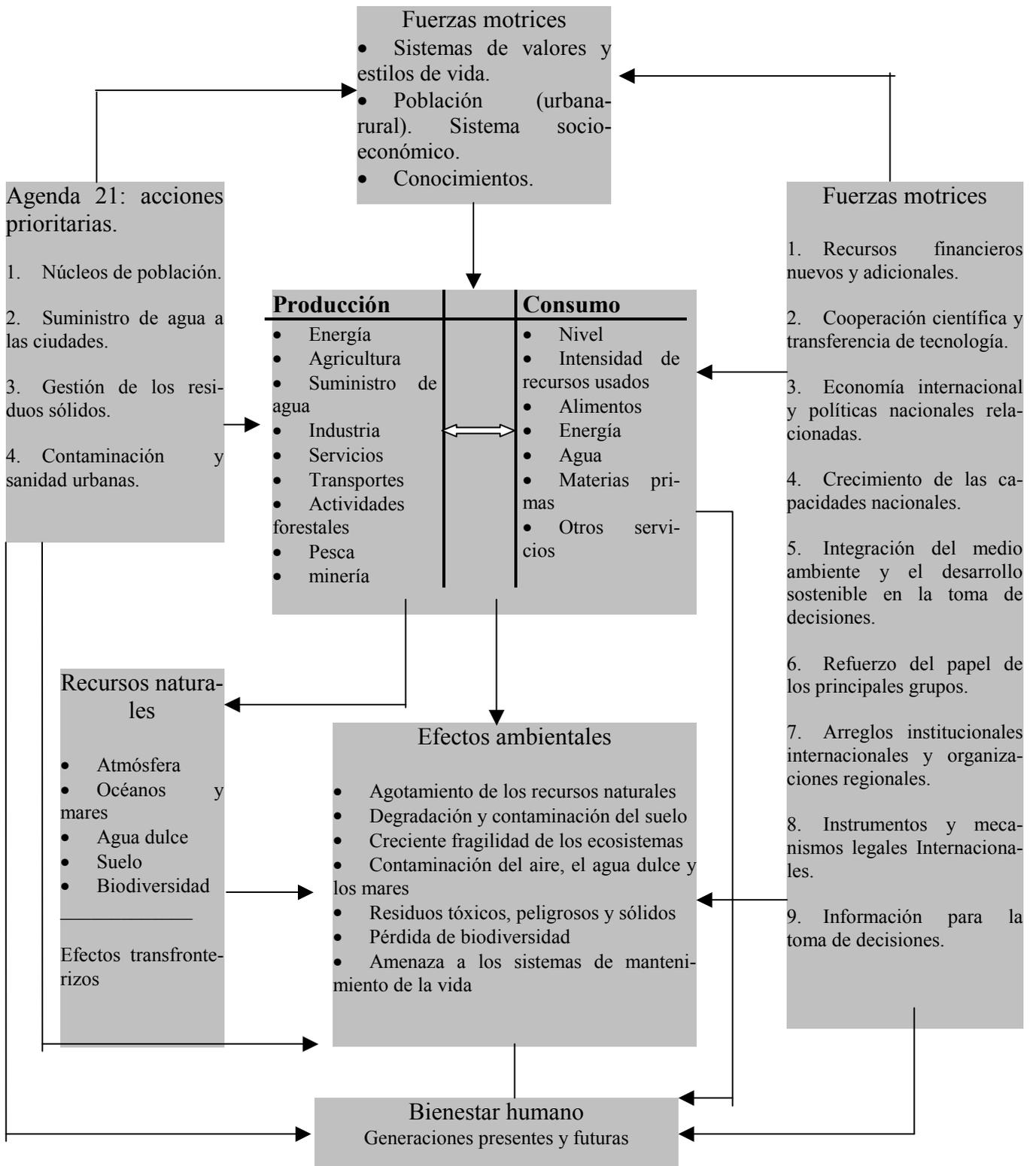


Figura 4-4. Minimizar efectos ambientales.

En síntesis podemos mencionar, a juicio de F. Prats, sobre algunas de las características de los Programas de Acción Local de la Agenda 21, en cuanto a las soluciones de los problemas a que se ocupa el Programa, es decir, se relacionan con las actividades locales, así como la participación y cooperación de las autoridades locales para constituir un factor determinante para el lograr los objetivos del mismo. (Prats, 1998). Sin embargo, serán las autoridades locales las que se ocupen de la creación, el funcionamiento y el mantenimiento de la infraestructura económica, social y ecológica, al tiempo que podrán supervisar los procesos y ejecución de las políticas medioambientales que se refieren al ámbito nacional y subnacional. Como estrategia para su aplicación, desempeñará una función importante en la educación y movilización del público en pro del desarrollo sostenible.

Queda con la responsabilidad de la autoridad local iniciar un dialogo con sus ciudadanos, organizaciones y empresas privadas para aprobar el Programa 21 Local. La estrategia a seguir consistiría en consultas y promoción de consenso, por lo que serán las autoridades locales las que recibirán los aportes de la ciudadanía y de las organizaciones cívicas, empresariales e industriales para llegar a plantear mejores estrategias. Mientras que para lograr los objetivos del Programa 21 se evaluarían y modificarían sobre la base de los programas locales aprobados en el marco del propio Programa 21.

Se concebirá como estrategia global de prevención y actuación tendentes a la sostenibilidad del desarrollo y la calidad de vida local, mediante la aplicación de los principios generales de la sostenibilidad de acuerdo a las condiciones concretas de cada caso y/o zona.

Los programas suelen estar dirigidos por los poderes locales, además, tienen un carácter abierto para elaborar amplios procesos de concertación con otras administraciones y especialmente con los agentes privados, las organizaciones y la población local.

Por otra parte queremos mencionar lo que significa el proceso de concentración urbana. A pesar del significado geográfico, este evento histórico ha pasado abundantemente irreconocible y desinformado, es profundamente simbólico e importante mirarlo. Más de 5.2 billones de habitantes de la tierra ahora viven en los centros y en las ciudades que en los pueblos y aldeas. No son amplios los centros de población y, las ciudades excepcionales, parecen ya unos asentamientos con formas predominantemente rurales – el mundo podría llegar a ser como un punto urbano-. El desarrollo urbano en esta escala es un fenómeno geográfico notable. Lejos de aparecer en una extensión ampliamente y al otro lado de la delgada superficie de la tierra habitable, se dice que una población es urbana en la medida en que en inmensos números de personas son agrupados en áreas muy pequeñas (Clark, 1996).

Aunque con algunas características podríamos decir también lo siguiente, retomando a David Rudlin, La existencia de la comunidad fuerte es a menudo la diferencia entre el afortunado y rechazado de las áreas urbanas. Es sin embargo menos claro que si la existencia de una comunidad una vez sola es capaz de desarrollar que el área se ha vuelto exitoso. A la mayoría de las áreas urbanas con problemas severos les falta ciertamente cualquier sentido de comunidad. Todavía las propiedades con un espíritu de la comunidad feroz y el orgullo no son inmunes a los problemas aunque otras áreas de cualquier sentido obvio de comunidad lo hacen absolutamente bien (Rudlin, y Nicholas, 1999).

Bibliografía

- Clark, David (1996): “*global patterns and perspectives*”; en urban world/global city. Ed. New Feller Lane, London, 1996.
- Fargas, J. M. y Papazian (1992): “*Modelació de Fenòmens Caòtics a Escala Urbana, fase 1: Bases del Model de Simulació d’Us del Sòl*”. Barcelona, 1992.
- Informe Brundtland (1987): “*Comisión Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*”. ONU.
- Jiménez Herrero, Luis M. (1992): “*Medio ambiente y desarrollo alternativo. (Gestión racional de los recursos para una sociedad perdurable)*”. Capítulo XVIII. Política y planificación ambiental en la estrategia del desarrollo. Ed. Iepala, 2ª edición, Madrid, 1992.
- Meca, Muntañola Antoni (1998): “*Estudio de la gestión de los recursos energéticos y su impacto en la ordenación del territorio de la Región Metropolitana de Barcelona, desde el prisma de la Sostenibilidad*”. Proyecto de fin de carrera; director del Proyecto: Dr. Pere Alavedra Ribot. ETSEI. Terrassa, Barcelona, 1998.
- Naredo, José Manuel (1999): “*Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla*”. <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html> (42 k).
- Nicolis y Prigogine I. (1978): “*La estructura de lo Complejo*”. Alianza Universidad. Madrid.
- Nicolis y Prigogine I. (1986): “*La estructura de lo complejo*”. Alianza Editorial, Madrid, 1994.
- Ortega y Rodríguez (1994): “*Manual de Gestión del Medio Ambiente*”. Editorial. MAPFRE, Madrid, 1994.
- Paniagua y Tarancón (1993): “*Problemas de la evaluación del impacto ambiental en la relación al planteamiento territorial y urbanístico*”. Espacio, tiempo y forma, serie VI, Geografía, t. 6, 1993.
- Prat, Fernando. (1995): “*Sostenibilidad y políticas urbanas y locales: el caso de las ciudades españolas*”. <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/Prats.html> (102k).
- Ruano, Miguel (1999): “*Ecourbanismo. Entornos humanos sostenibles: 60 proyectos*”. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.

- Rudlin, David y Falk, Nicholas (1999): “Chapter 7. *Community social sustainability in the suburb and city*”. En “the sustainable urban neighbourhood”. Ed. Planeta Tree, UBEA. London.
- Salom, Julia, Delios, et.al (1999): “*Una nueva visión del sistema urbano regional: las áreas de cohesión en la comunidad valenciana*”. En “La ciudad. Tamaño y crecimiento”; Rafael Domínguez Rodríguez (coordinador). Departamento de Geografía de la Universidad de Málaga y la AGE, 1999.
- Selman, Paul (2000): “*What is Environmental Planning*”; Second Edition, Ed. SAGE, London.
- Wong, C. K. and Wong, S.C. (1998): “*A New Methodology for Calibrating the Lowry Model*”; Journal of Urban Planning and Development. June 1998. vol. 124 N° 2 ASCE. New York, NY.

CAPÍTULO V

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD COMO HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS.

5. Indicadores de sostenibilidad como herramientas metodológicas.

En este apartado se analizarán algunos indicadores de sostenibilidad. Trataremos de utilizar los indicadores que más se aproximen al estudio propuesto con base en el desarrollo sostenible; de aquí entonces, que los índices de sostenibilidad sean parte de las piezas claves para la reconstrucción territorial. Aunque el índice que utilizaremos se presente un tanto complejo para su medición cuantitativa; sin embargo, nos auxiliaremos de un método operativo que a través de los indicadores se podría representar la realidad derivada de algunos procesos de conceptualización y/o de su descripción práctica.

Aquí hemos retomado un planteamiento hecho por Franco, en el sentido de que los sistemas de indicadores de sostenibilidad permiten un juicio objetivo sobre las posibilidades reales que presentan para acelerar la transición hacia un modelo de esta naturaleza, es decir, introducir una visión que va más allá de la protección medioambiental y sintonizar con una perspectiva de eficiencia ambiental en sentido amplio, pero integrada desde el desarrollo local: máximo beneficio económico obtenible con una mínima depreciación, (Franco, 1995).

Cabe mencionar también que la viabilidad de los sistemas de indicadores globales o completos como instrumentos útiles para orientar la gestión de las actuales conurbaciones, no dependen tanto de las dificultades conceptuales o estadísticas que su diseño plantea, como de los problemas institucionales que imposibilitan su adecuada utilización en la sociedad actual, sino que los relega comúnmente al nivel de meros ejercicios o propuestas sin valor práctico, o bien derivando sus pretensiones iniciales de globalidad hacia aplicaciones sectoriales o parciales. O como ha sido el caso de la mayoría de los programas y proyectos internacionales que han venido preocupando, con pretensiones de globalidad, de mejorar la sostenibilidad y el medio ambiente urbano, (Naredo, 1999). De ahí entonces, proponemos algunos indicadores que tendrán como resultado, quizás, entre propósitos y resultados de los principales programas a utilizar en nuestro análisis.

Sin embargo, creemos que dada la configuración de los asentamientos humanos, éstos han sido y seguirán siendo un reflejo propio de la estructuración económica, política y social de la sociedad. Por lo que, para cambiar este modelo no basta con hacer simples planteamientos tecno-científicos, sino se modifica también el *statu quo* mental e institucional que lo ha generado. De ahí entonces que se considere necesaria la racionalización de los problemas, pero, además, que se involucren las instituciones para cambiar actitudes y aporten los medios para ello.

De esta manera consideramos que, la verdadera importancia y el significado más representativo sobre los usos de los indicadores estriban en la utilidad, como herramientas de gestión, prevención y para la planificación desde una perspectiva local en las Auditorías Ambientales Municipales. Por tanto, retomando la idea de Naredo (1999), plantea que el proyecto de reconvertir las conurbaciones actuales hacia la meta de la sostenibili-

dad global exige, para que sea realizable, reavivar esa conciencia colectiva, no sólo en lo local, sino también en lo global.

5.1. Planteamientos Tipológicos de Indicadores

Entre los que destacan para nuestro caso de estudio, coincidiendo con los factores siguientes, tenemos según (Casas):

1. *Descriptivos:*

- ❑ Estos indicadores se utilizan en el procedimiento “técnico-descriptivo”, que sería parecido a realizar fotografías para una determinada situación de estudio en concreto.
- ❑ También, útiles en aplicaciones particulares o para ofrecer información de carácter genérico, es decir, no analizan ni interpretan los elementos capturados; asimismo, en el nivel de conocimiento desde el punto de vista científico es prácticamente insignificante.

2. *Tecnológicos:*

- ❑ Indicadores utilizados en el procedimiento “técnico-analítico”.
- ❑ Intenta encontrar una conexión entre la realidad y un modelo teórico, pero desde la tendencia que marca la misma realidad.
- ❑ Es utilizado en la búsqueda de resolución de problemas o la toma de decisiones y en la valoración de programas o búsquedas teóricas.
- ❑ Estos indicadores son útiles en la orientación para la toma de decisiones.

3. *Conceptuales:*

- ❑ Indicadores utilizados en el procedimiento “metodológico-conceptual”, donde el objetivo clave es la elaboración de modelos teóricos que permitan acercarse a la realidad del fenómeno en cuestión.
- ❑ Éstos surgen del análisis debido al conocimiento del conjunto de dimensiones desde un concepto científico ligado a alguna teoría.

- Indicador que se obtiene para instrumentos de un proceso deductivo.

- Sirven especialmente para la investigación básica. Asimismo, en el sentido que presentan, si son medibles tanto directa o indirectamente en la búsqueda aplicada; y si no son mensurables deben quedar en posición de espera de nuevos datos o nuevos instrumentos de búsqueda.

De la clasificación anterior retomaremos sólo los indicadores de sostenibilidad que se incorporan a las Auditorías Ambientales Municipales, como por ejemplo, los tecnológicos, ya que éstos buscan la conexión entre la realidad y el modelo teórico de sostenibilidad. Éstos también buscan orientar la toma de decisiones, atendiendo el equilibrio del sistema local a lo largo del tiempo. Aquí mismo son utilizados de la misma manera los indicadores psicosociales en la Auditorías Ambientales Municipales, porque permiten recoger información sobre aspectos psicosociales que se relaciona con los problemas ambientales.

5.2. Las Funciones que tienen los Indicadores

Desde la perspectiva sostenible, tomaremos como punto de partida los indicadores que más nos interesa, para el caso mencionaremos algunas razones que nos remiten a sus objetivos y las tendencias a la que nos pueden llevar, tal como lo expresa Franco, (1995), por ejemplo los que:

- a) Reflejan problemas.
- b) Pueden facilitar comparaciones entre diferentes sistemas, países, regiones, distritos, etc.
- c) A partir de determinados sistemas, pueden predecir tendencias futuras.
- d) Facilitan la planificación de las intervenciones.
- e) Valoran programas intervenciones.

Por otra parte, los indicadores también proveen información de manera que pueden simplificar la comunicación entre los expertos, los políticos y los ciudadanos, dado que la utilidad reside, según Alberti, (Alberti, 1996 a), en los siguientes elementos:

- a) Control sistemático de los cambios medioambientales urbanos.

- b) Se avisa de forma temprana cuando existen problemas ambientales.
- c) Se fijan objetivos.
- d) Análisis de la actuación
- e) Información y comunicación pública.

Siguiendo los planteamientos anteriores y coincidiendo con Antoni M., (Meca, 1998), que resumen algunas ideas en torno a las transformaciones de modelos para el desarrollo sostenible, se puede llegar a considerar, desde esa perspectiva, un proceso de instancias que determinan una serie de pasos transitorios para la construcción de un sistema de indicadores. Para ello hemos anotado cuando menos tres:

1. *De elaboración.* Aquí la escala de valores o variables se elabora y se somete a prueba. Es decir, se realiza un análisis de indicador a indicador.
2. *Materialización.* Donde la escala de variables se va convirtiendo en algo más objetivo, es decir, en el sentido de la fiabilidad.
3. *Estandarización.* Aquí se toma en cuenta el grado de relatividad de las puntuaciones desde un grupo normativo.

Hemos planteado algunos elementos que nos aproximan hacia los indicadores de sostenibilidad. Sin embargo, en ese contexto se han obtenido algunas características que pensamos coinciden con los lineamientos generales tanto de los organismos internacionales como de algunos investigadores comprometidos con los principios del desarrollo sostenible. De esta manera podrían ser admitidos como tales los siguientes:

- Sensibles.
- Válidos.
- Fiables.
- Específicos
- Flexibles.
- Comparables.
- Universales.
- Comprensibles.

Desde las características planteadas, y siguiendo los lineamientos internacionales que cumplen los sistemas de indicadores propuestos, existen los que no satisfacen alguna selección de algunas variables medioambientales, por lo que necesitarán de la fusión de éstas mismas, cuando menos de una expresión numérica. En consecuencia se tendrá un valor que se llamará *índice*. *Conocido como un valor sin precisión cuantitativa, pero que resulta en la suma por ponderación sucesiva, o también conocida por múltiples unidades de medidas*. En tanto que existen dos elementos que pueden fungir el mismo papel: el *índice* y el *indicador*; éstos tienen las mismas características. Pero, siendo más concretos en la definición, podría concretizarse que el *índice es una herramienta más eficiente y dinámica porque sintetiza múltiples informaciones*.

5.3.5.3. Algunas características de indicadores para el desarrollo urbano sostenible:

El Índice Europeo de Sostenibilidad (1994), ha utilizado para medir la sostenibilidad local un modelo que se estudió con 50 ciudades y se obtuvieron tres áreas para analizar los indicadores: primero, *específica*; segundo, *básica* y; tercero, *central*. Al final se llegó a establecer unos factores que serán determinantes a la hora de tomar en cuenta los Índices:

- I. *Uso eficiente de los recursos*. (Toma en cuenta y de manera racional el consumo de energía, agua y residuos h/d).
- II. *Calidad del ambiente construido*. (Debe existir concordancia entre los espacios construidos y las áreas de infraestructuras).
- III. *Economía verde*. (Las empresas deben respetar y tomar en cuenta las auditorías ambientales).
- IV. *Espacios verdes*. (Relación entre las personas y un porcentaje adecuado respecto a los espacios verdes en los procesos de urbanización).
- V. *Ambiente saludable*. (Respeto a la calidad del aire y que no exceda los límites permitidos).
- VI. *Accesibilidad*. (Las distancias entre vivienda y trabajo sean considerados como un indicador de sostenibilidad).
- VII. *Vitalidad*. (O los aspectos socioculturales que tenga una relación con las actividades locales y globales).
- VIII. *Democracia participativa*. (Repartimiento de justicia social a toda la población y en especial apoyo a los de bajos recursos económicos).

IX. *Bienestar social*. (Fortalecimiento de la calidad de vida material de la sociedad).

Estos índices juegan un papel importante a la hora de establecer los parámetros de sostenibilidad. Además, de ser los factores fundamentales que toda sociedad deberá tener y considerar en el momento de la elaboración de políticas destinadas a un desarrollo más sostenible. Tal como lo expresa tanto la Agenda 21, el Índice Europeo de Sostenibilidad, la Agencia Europea de Medio Ambiente, Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, entre organismos internacionales comprometidos con el Programa medioambiental.

5.4. Modelos, indicadores e índices urbanos para ciudades sostenibles.

En este apartado trataremos de plantear algunas ideas en torno a los modelos que se basan en indicadores para el análisis urbano más sostenible. Primero, se tratará de introducir algunos elementos que abordarán algunos puntos sobre los indicadores, así como de los índices para la conformación de ciudades sostenibles; en segundo lugar, admitiremos indicadores urbanos que plantean los modelos integradores del sistema-entorno, desde el planteamiento hecho por Rueda (1999), por ejemplo:

I. Diseños de índices e indicadores:

1. Desde la metodología, que a nuestro juicio es importante tomar en cuenta, porque nos aproxima al problema, comparando el modelo analítico desde los principios de la presión, estado y de respuesta, con base en el modelo analítico-teórico conocido como el de sistema-entorno.
2. Desde el prisma teórico del *modelo sistema-entorno*. En este tipo de modelo participan, además, indicadores básicos destinados a cuantificar el desarrollo y crecimiento de las ciudades y sus transformaciones espaciales.
3. Otros indicadores que se les llama de *apropiación humana* de los recursos naturales, por cierto, con tendencias hacia el aspecto global, ilustran la limitación de los recursos básicos en nuestro entorno y la capacidad de asimilación de los sumideros de la tierra.

5.4.1. Planteamiento de la unidad sistema-entorno.

a. Descriptores urbanos.

Para tratar sobre los índices e indicadores urbanos, partiremos de algunos parámetros como sería en este caso el de Descriptores. *Estos son variables o parámetros que reflejan cuantitativamente una determinada realidad urbana, desde alguna de sus características en el ámbito físico, económico o social*, (Rueda, 1999). Obteniendo sus valores nos permitirían “describir” la realidad a la cual nos estamos refiriendo, estos serían, por ejemplo: una representación gráfica de aceras de más de dos metros de ancho. Otros descriptores podrían ser también de habitabilidad y calidad de vida. Entre estos descriptores el punto común que los integra es el de ser flexibles para establecer estándares urbanos que posteriormente permitirán dibujar el perfil de la calidad urbana de una determinada ciudad.

b) Indicadores e índices urbanos.

Se puede definir un indicador urbano de la siguiente manera: *es una variable o estimación que provee una información agregada, sintética, respecto a un fenómeno más allá de su capacidad de reproducción propia*. Asimismo, se puede identificar como una variable que ha sido socialmente dotada de un significado debido a su propia configuración y cuya preocupación es la de insertarse coherentemente en el proceso de toma de decisiones respecto al medio ambiente. Cuando no se satisfacen ciertos valores por los indicadores o variables descriptivas de un fenómeno ambiental, se auxilian de los índices que son adimensionales, es decir, con una adición ponderada.

El índice urbano posee las mismas características que el indicador, pero su carácter social es más acentuado; por lo que esto se traduce en una mayor síntesis de la información relevante y mayor eficacia en la toma de decisiones.

5. 5. Indicadores urbanos en modelos teóricos en estructuras analíticas: modelo Presión-Estado-Respuesta (P-E-R).

Hemos obtenido estos indicadores ambientales de tres grupos: 1º los que originan el problema (flujos de emisiones, uso de recursos naturales, etc.); 2º relaciona la calidad del medio ambiente con los efectos de las acciones humanas (Indicadores de efecto, estado o calidad) y por último el 3º mide la reacción social en relación a mejor el medio ambiente (Indicadores de respuesta). Por lo que desde la perspectiva de la OCDE define

estas tres categorías como de Indicadores de Presión, Estado y Respuesta, definido por las relaciones causa-efecto, (Jiménez, 1996). Explicando:

- De donde P (presión): de este indicador se derivan dos tipos de presiones, primero, la directa; segundo, la indirecta. El ejemplo de un indicador de presión directa sería de los incendios; y las indirectas los impactos sobre la biodiversidad como consecuencia de la construcción de carreteras.
- De E (estado): se refiere al estado del medio ambiente, que la describe, incorporando la calidad de los recursos naturales (flora, fauna, suelo, aire y agua).
- De R (respuesta): estos indicadores se basan en términos de las políticas ambientales y de los recursos naturales (depuración de las aguas residuales, reciclaje de residuos, etc.).

Este modelo se adapta a cualquiera de los planteamientos porque es común para la toma de decisiones. Además, se puede integrar un alto número de variables. Por otra parte, la Agencia Europea de Medio Ambiente para impactos urbanos propone un esquema de interconexiones entre sectores económicos (D), presión (P), estado (E), impactos (I) y de respuestas (R): DPEIR.

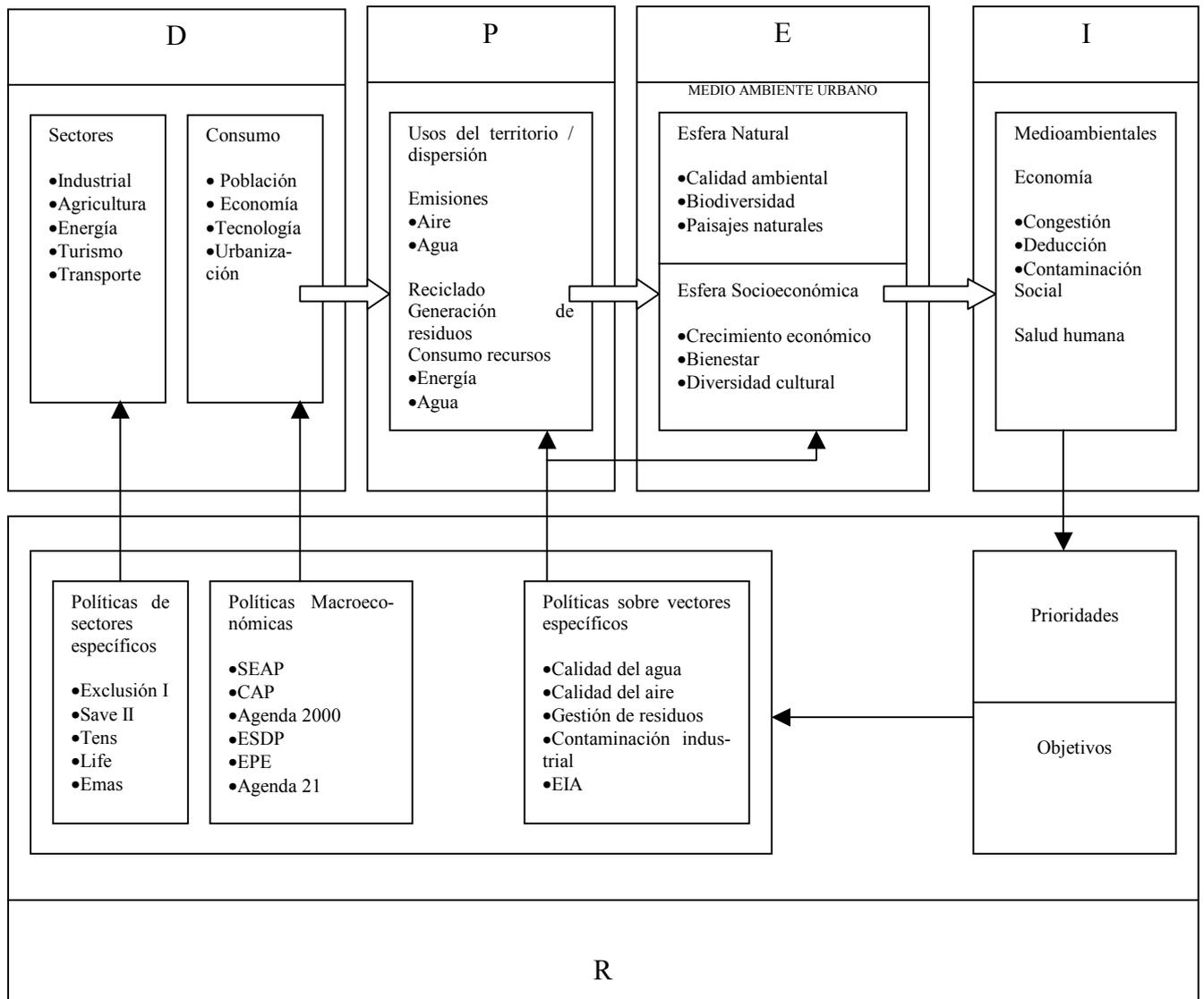


Figura 5-1. Modelo Presión-Estado-Respuesta.

Fuente: Salvador Rueda: “Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles...” Op.cit. tomado de EEA.

De la Figura 5-1, hemos obtenido los tres tipos de indicadores: presión, estado y respuesta, que nos ayudarán a abordar algunas de las políticas socialmente relevantes de nuestro estudio.

5.6. Indicadores urbanos en modelos teóricos integradores: modelo sistema-entorno.

Desde la perspectiva de este modelo –siguiendo a Salvador Rueda- incluso si partimos de un sistema que, acompañando nuestro análisis anterior, podemos decir entonces lo siguiente: con un ecosistema existe la tendencia a aumentar la complejidad en el tiempo. Incluso es en este sentido que se puede mencionar que existe un proceso organizado de manera sucesiva para llegar a incrementar la complejidad y asegurar un mejor control para el futuro. En consecuencia, el “control” que hacemos mención, se refiere a las variables del entorno que provienen del sistema y se acomodan a los mensajes en forma de flujos materiales, energéticos y de información que le manda su entorno, donde el entorno también puede conocerse como un sistema, (Rueda, 1999).

De esta manera, las variables que son utilizadas en el entorno ocasionaría, primero, no sólo se envía el desarrollo sostenible de ciudades al espacio urbano, sino también a un concurso medioambiental más amplio. De hecho, la ciudad vive, intercambia y actúa recíprocamente con el sistema metropolitano entero. Por consiguiente, uno sólo no puede hablar sobre la sostenibilidad, principalmente acerca del medioambiente/sostenibilidad metropolitana (o autosostenido). Sino también, porque la ciudad necesita el ambiente como apoyo ecológico para guardar su organización, sus procesos vitales, su proceso de regeneración y su capacidad para el intercambio (Fusto, 1997).

Sin embargo, desde el planteamiento anterior, cave hacer mención de que el entorno al cual nos referimos recibe mensajes en forma de flujos que provienen del sistema, de la estructura y de la organización. El sistema tiene una sensibilidad que depende de las características de los reguladores. Si son débiles, el entorno modifica la organización y rompe con el equilibrio.

La relación que existe entre el sistema y su entorno, según Conrad (Conrad, 1983)*, los ecosistemas urbanos siguen una igualdad:

La complejidad – la capacidad de anticipación = la complejidad del entorno – su sensibilidad del sistema de éste.

Qué indica esta igualdad: en primer lugar, nos dice que hay una interdependencia íntima entre el entorno y el sistema; en segundo, el traspaso de información entre el sistema y el entorno es igual; tercero, para mantener la igualdad dependerá del equilibrio entre los cuatro sumandos de la ecuación y: cuarto, si se rompe la igualdad, desaparece el sistema formando un nuevo sistema. Pero al mismo tiempo, existe la posibilidad de

* Salvador Rueda, retoma la idea anterior de M. Conrad de su libro: “Adaptability”; posteriormente, dice él mismo, que Wagensberg la amplió –sobre la igualdad también- para llegar a la propuesta que citamos.

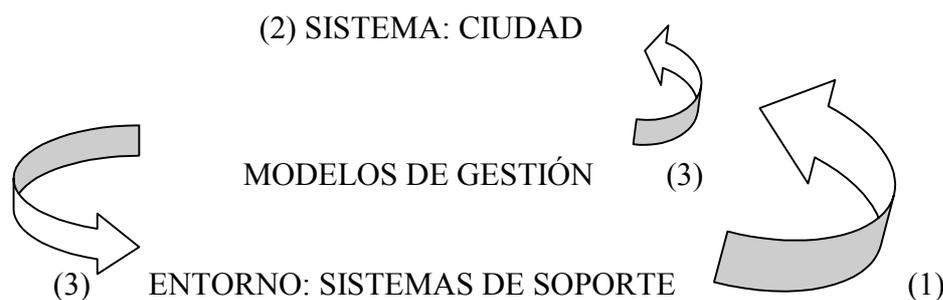
identificar algunas variables con menor flexibilidad, así como de indicadores que tengan un seguimiento de la unidad SISTEMA-ENTORNO para proyectar hacia el futuro.

Para relacionar el sistema-entorno con el modelo analítico: presión-estado-respuesta, se desprende la siguiente fase de transición:

- a. Con relación a la presión, se refleja respecto a la sensibilidad del entorno.
- b. El estado, corresponderá con la complejidad y la variación en los sistemas de soporte y la del propio sistema urbano.
- c. Respuesta, en este aspecto, coincide con la capacidad que puede tener el sistema.

Pero, por otra parte, cuando se aplica el modelo P-E-R, tiende a preservar la igualdad expuesta y se mantiene sus equilibrios, informándonos posteriormente de la preferencia que debe tomar cada decisión. En consecuencia, el modelo sistema-entorno tendrá entonces a conformar un marco teórico que no incorporará el modelo P-E-R. Un ejemplo del sistema-entorno, véase la Figura 5-2.

En la Figura se dibuja en la parte superior una flecha que llamaremos SISTEMA, o que es igual a ciudad; en la parte inferior se localiza el ENTORNO. Mientras que se representan los flujos con flechas de diferentes grosores: la parte derecha es el grado de explotación, donde el grosor es proporcional a los flujos que se quiere representar, pero, por la parte izquierda se localiza el nivel de impacto. En suma, se puede desprender del esquema el contenido de los sumandos anteriores que constituyen la unidad (si se prefiere la igualdad) del sistema-entorno.



Fuente: Salvador Rueda, “Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles”, Op.cit.

Figura 5-2. Sistema entorno.

En términos de la numeración se tendría: (1) los sistemas urbanos que se basan en la explotación de materias primas y, además, ejercen una presión sobre ellos; éstos mismos

harán presión sobre el sistema de soporte que estará a, su vez, en función de la intensidad del propio entorno.

(2) Con la presencia de materiales y energía del entorno que llegan a la ciudad (transformados y/o elaborados en materias primas y bienes de consumo), permite mantener la organización (como una complejidad del sistema).

(3) Mientras que los modelos de gestión organizan los flujos y el consumo de recursos, incluso son los que permiten aumentar o disminuir nuestra capacidad de anticipación; en tanto que serán los modelos los que determinarán el grado de explotación del entorno y el impacto entrópico que se ejercerá sobre el sistema urbano.

El proceso que a continuación (cuadro V.1) se describe girará en torno a una modelización del comportamiento del sistema urbano, con lo que nos auxiliaremos de indicadores que faciliten la comparación y el seguimiento de aquel. Se propondrán algunos indicadores basados por la Agencia Europea de Medio Ambiente en el año de 1995, donde distingue entre actividades y presión generada; asimismo, Salvador Rueda los retoma, entre otros. Con relación a las áreas urbanas se ha identificado 54 indicadores clasificados en tres rubros de, *modelos urbanos*, de *flujos urbanos* y de la *calidad del medio ambiente urbano*:

Cuadro V.1. Indicadores de modelos urbanos.

<p>I. INDICADORES DE MODELOS URBANOS:</p>	
<p>1°. <i>Población Urbana.</i></p> <p>a. Población</p> <p>b. Densidad de Población</p>	<p>1. Número de habitantes en ciudades.</p> <p>2. Numero de habitantes en periferias.</p> <p>3. Población por Km².</p> <p>4. Superficie por clase de densidad.</p>
<p>2°. <i>Territorio Urbano.</i></p> <p>a) Superficie total.</p> <p>b) Superficie total construida.</p> <p>c) Superficie abierta.</p>	<p>5. Superficie en Km².</p> <p>6. Superficie en Km².</p> <p>7. Por uso de terreno.</p> <p>8. Superficie en Km².</p> <p>9. Porcentaje de zonas verdes.</p>

<p>d) Red de transportes.</p>	<p>10. Porcentaje de agua. 11. Autopistas (Km). 12. Vías férreas (Km). 13. Porcentaje de la superficie total urbana.</p>
<p>3°. <i>Áreas urbanas abandonadas.</i> a) Superficie total</p>	<p>14. Superficie en Km². 15. Porcentaje de la superficie total urbana.</p>
<p>4°. <i>Áreas de renovación.</i> a) Superficie total.</p>	<p>16. Superficie en Km² 17. Porcentaje de superficie urbana.</p>
<p>5°. <i>Movilidad urbana.</i> a) Medio de transporte. b) Modos de transporte para ir al trabajo. c) Volumen de tráfico.</p>	<p>18. Número y 19. Longitud media de viajes por Km/h por medio de transporte por día. 20. Número de trayecto hacia y desde la periferia. 21. Porcentaje de población urbana. 22. Total y, 23. Destinos ida/vuelta en vehículo. 24. Número de vehículos en las principales rutas.</p>
<p>II. INDICADORES DE FLUJOS URBANOS.</p>	
<p>6°. <i>Agua.</i> a) Consumo de Agua. b) Aguas residuales.</p>	<p>25. Consumo por habitante en litros por día. 26. Porcentaje de agua subterránea en el consumo total. 27. Porcentaje de las aguas domésticas conectadas a un sistema de depuración. 28. Número y,</p>

	29. Capacidad de las plantas de tratamiento por tipo de tratamiento.
<p>7°. <i>Energía.</i></p> <p>a) Consumo de energía.</p> <p>b) Plantas de producción de energía.</p>	<p>30. Electricidad en GWh por año.</p> <p>31. Energía usada por tipos de fuel y sector.</p> <p>32. Número y,</p> <p>33. Tipo de energía y plantas de calor en periferia.</p>
<p>8°. <i>Materiales y productos</i></p> <p>a) Transporte de mercancías.</p> <p>9°. <i>Residuos.</i></p> <p>a) Producción de residuos.</p> <p>b) Reciclaje.</p> <p>c) Tratamiento de residuos y basuras.</p>	<p>34. Cantidad de mercancías movidas desde y hacia la ciudad en Kg. per. Cápita por año.</p> <p>35. Cantidad de residuos sólidos contabilizados en TN por hab/año.</p> <p>36. Composición de los residuos.</p> <p>37. % de agua reciclada por fracción.</p> <p>38. Número de incineradores.</p> <p>39. Volumen incinerado.</p> <p>40. Número de vertederos.</p> <p>41. Volumen recibido por tipo de residuos.</p>
III. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE URBANO.	
<p>10°. <i>Calidad de agua.</i></p> <p>a) Agua potable</p> <p>b) Aguas embalsadas.</p>	<p>42. Números de días/año en que la media de agua potable es rebasada.</p> <p>43. Concentración de O₂ en el agua embalsada en Mg por litro.</p> <p>44. Número de días que el pH es > 9 o < 6.</p> <p>45.</p>

<p>11°. <i>Calidad del aire.</i></p> <p>a) A largo plazo</p> <p>b) Concentraciones a corto plazo de: O₃, O₂, TSP.</p>	<p>46. Principales concentraciones anuales.</p> <p>47. Excedentes de AQGs: O₃,</p> <p>48. SO₂ y,</p> <p>49. TSP</p>
<p>12°. <i>Calidad acústica.</i></p> <p>a) Exposición al ruido (habitantes por periodo de tiempo).</p>	<p>50. Exposición al ruido por encima de 65 dB y,</p> <p>51. Por encima de 75 dB (50).</p>
<p>13°. <i>Seguridad vial.</i></p> <p>a) Víctimas (muertos y heridos) en accidentes de tráfico.</p> <p>b) Promedio de suelo por persona</p>	<p>52. Número de muertos y,</p> <p>53. Número de heridos en accidentes de tráfico por 10.000 habitantes.</p> <p>54. M² por persona.</p>
<p>14°. <i>Accesibilidad de espacios verdes.</i></p> <p>a) Proximidad a los espacios verdes urbanos.</p>	<p>54. Porcentaje de gente a 15 minutos de distancia (caminado) de los espacios verdes urbanos.</p> <p>55. Número de especies de pájaros.</p>

Fuente: Salvador Rueda y Web del Instituto de Estadística de Cataluña.

Con relación a los indicadores expuestos, retomaremos los que más se ajustan a nuestro estudio: *desarrollo urbano y movilidad*. Pese a que esta última variable no esté tan explícita en el recuadro anterior, sin embargo, plantearémos indicadores más comunes – coincidiendo con Muriel Ll, en su trabajo de investigación de fin de carrera- así como los indicadores que destacaremos de la clasificación que establece el Departamento de Desarrollo Social y Económico de las Naciones Unidas, respecto a 185 indicadores analizados por Llugany, (1999) que están en función de las siguientes categorías:

Categorías establecidas por la ONU:

- a) Social (S). Podría tener un significado igual a los indicadores de impulso.
- b) Económica (Ec). Representaría a los indicadores de estado.
- c) Medio ambiente (Ma). Como los indicadores de respuesta.
- d) Institucional (I). Una combinación de las tres anteriores.

Además, coincidiendo con los Indicadores de la Hart Environmental Data (HED); de los investigadores Bradley y Kibert (B & K) y de Salvador Rueda (SR). En consecuencia, de los indicadores que más peso específico tendrá en nuestro análisis, serán los que a continuación propondremos, siguiendo las cuatro categorías enunciadas anteriormente y, además, retomaremos en especial de la propuesta de la Diputación de Barcelona, (50 Indicadors de Sostenibilitat, Grups de Treball, 1998), de la ONU (United Nations. Sustainable Development. Hojas de metodología, 1999), así como las de la Agenda 21 y anexamos algunas propuestas nuestras (RJCA):

Estas categorías son parte de un proceso de revisión de la información, para que al final nos ayuden a contextualizar los indicadores que más se aproximen al análisis de nuestro caso de estudio. No obstante, desde la propuesta de la Generalitat de Catalunya y Salvador Rueda establecen otra clasificación, pero, que en el fondo coinciden con la propuesta de las Naciones Unidas. La clasificación propuesta es la del Sistema ciudad-entorno que utiliza las mismas categorías que hemos planteado en líneas arriba, es decir, Impulso, Estado y Respuesta.

Sin embargo, volviendo a los planteamientos anteriores, cabe hacer énfasis en una de las ideas que hemos mencionado, como por ejemplo, sabemos que hoy día la sostenibilidad urbana en los centros urbanos mayores del mundo económico –ciudades mundiales o ciudades globales- es dependiente y está en función de dos interconexiones, todavía aparentemente en el proceso centrífugo: primero, la globalización de la economía urbana, y segundo, en la fragmentación de la comunidad social y política urbana. Según el autor de este planteamiento, Roger Keil, sugiere en este papel que en la política local puede jugar y está jugando una acción importante con relación a la dinámica global en los espacios urbanos fragmentados y sus habitantes. Y ve que la política urbana es como el lugar donde el nexo de lo global y lo local se producen. Mientras raramente es beneficioso en la era actual de la globalización, la regulación de estas relaciones a través de la política local, es la única oportunidad para lograr una medida de sostenibilidad de las relaciones sociales con la naturaleza como en las ciudades grandes de hoy (Keil, 1995). Insistimos en este proceso ya que para el caso de estudio que estamos analizando, nos remite a tomar en cuenta realmente los problemas propios del entorno local.

Indicadores y sus características: social, económica, medioambiental e institucional.

Cuadro V.2. Indicadores Ambientales.

Cap. Del Programa 21, ONU, HED y SR, RJCA y Tipo de Indicador: Impul- so, Estado y Res- puesta.	CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES CATEGORÍA: SOCIAL. (S)
1. S6E-ONU	Acceso de agua potable.
2. S5E-ONU	Densidad de población.
3. S3I-HED	Distribución de empresa e industrias por sectores de actividades.
4. S3E-HED	Distribución de la riqueza en función de las rentas.
5. S3I-HED	Distribución geográfica de empleos disponibles.
6. S36E-ONU	Esperanza de permanencia en la escuela.
7. S6E-ONU	Esperanza de vida al nacer.
8. S6E-ONU	Estado nutricional de los niños.
9. S7R-ONU	Gasto en infraestructura por habitante.
10. S6R-ONU	Gasto nacional en servicios locales de salud.
11. S6R-ONU	Gasto nacional total en el sector de la salud como porcentaje del PNB.
12. S3E-ONU	Índice cuadrado del grado de pobreza.
13. S3E-ONU	Índice de Gini de desigualdad de ingresos.
14. S3E-ONU	Índice del grado de pobreza.
15. S3I-HED	Índice general de pobreza.
16. S36E-ONU	Niños que alcanzaron el quinto grado de educación primaria.
17. SE-RJCA	Nº de viviendas con servicios de energía eléctrica.
18. SE-RJCA	Nº de viviendas con servicios de gas.
19. SE-RJCA	Nº de viviendas con servicios públicos: agua potables.
20. S3I-HED	Número de empleos por sectores de actividades.
21. S6E-HED	Número de habitantes de todas las edades que sufren de maltratos.
22. S3E-HED	Número de horas de trabajo necesarios para satisfacer las necesidades básicas (vivienda, alimentación y salud).
23. S36E-ONU	Número de mujeres por cada cien hombres en la mano de obra (% de mujeres trabajadoras).
24. S36I-HED	Número de museos, bibliotecas, museos y otros edificios culturales.
25. S3I-HED	Número de niños que viven en la pobreza.
26. SE-RJCA	Número de niños y niñas en la economía local de la PEA.
27. S3I-HED	Número de personas que viven por debajo del umbral de pobreza.
28. S7I-ONU	Pérdidas humanas y económicas debidas a desastres naturales.
29. S6E-ONU	Peso suficiente al nacer.
30. S7E-ONU	Porcentaje de la población que vive en zonas urbanas.
31. S36R-ONU	Porcentaje del Producto Interno Bruto dedicado a la educación.
32. S36E-HED	Relación entre edificios culturales.
33. S7E-ONU	Relación entre el precio de la vivienda y el ingreso.
34. S7E-ONU	Relación entre el precio de la vivienda y el ingreso.
35. S3E-ONU	Relación entre los salarios medios de los hombres y las mujeres.
36. S3E-HED	Renta media por habitante.
37. S6E-ONU	Saneamiento básico: porcentaje de la población que disponen de medios adecuados para la eliminación de excrementos.
38. S7E-ONU	Superficie útil por persona.
39. S7E-ONU	Superficie y población de los asentamientos urbanos autorizados y no autorizados.
40. S7E-ONU	Superficie y población de los asentamientos urbanos autorizados y no autorizados.

41. S36I-ONU	Tasa de alfabetización de adultos (% de educación primaria; % de educación secundaria; % de universitaria).
42. S5I-ONU	Tasa de crecimiento anual de oferta de empleo (por sectores de actividades).
43. S7I-ONU	Tasa de crecimiento de la población urbana.
44. S51-ONU	Tasa de crecimiento demográfico.
45. S3I-ONU-HED	Tasa de desempleo.
46. S36I-ONU	Tasa de escolarización dentro de la educación primaria (bruta y neta).
47. S36I-ONU	Tasa de escolarización dentro de la enseñanza secundaria (bruta y neta).
48. S5I-ONU	Tasa de fecundidad total.
49. S5I-ONU	Tasa de migración neta.
50. S6E-ONU	Tasa de mortalidad derivada la maternidad.
51. S6E-ONU	Tasa de mortalidad infantil.
52. S6R-ONU	Tasa de uso de métodos anticonceptivos.
53. S36I-ONU	Tasa de variación de la población en edad escolar.
54. SE-RJCA	Porcentaje de la Población Económicamente Activa (PEA) hasta los 12 años.
55. SR-RJCA	Porcentaje del Producto Interno Bruto Interanual.
56. SE-RJCA	Porcentajes de viviendas con todos los servicios.
57. SE-RJCA	Porcentajes de viviendas sin los mínimos de servicios.
58. S6R-ONU	Vacunación contra enfermedades infecciosas infantiles.
CATEGORÍA: ECONÓMICA (Ec)	
59. Ec4I-ONU	Consumo anual total de energía.
60. Ec4I-SR	Consumo de energía final anual.
61. EcE-RJCA	Consumo de gas, electricidad, carbón, gasoleo.
62. Ec4I-HED	Costo de electricidad.
63. EcE-RJCA	Distribución de productos locales.
64. Ec4R-ONU	Gasto en protección del medioambiente como porcentaje del PIB.
65. EcE-RJCA	Kilómetros que recorre en la distribución.
66. Ec4E-SR	Monto del financiamiento nuevo o adicional para el desarrollo sostenible.
67. EcE-RJCA	Porcentaje de combustibles fósiles: gasóleo, gasolina, etc.
68. EcE-RJCA	Porcentaje de consumo de energía por vivienda.
69. EcE-RJCA	Porcentaje de energía eléctrica en viviendas rurales.
70. EcE-RJCA	Porcentaje de energía eléctrica por vivienda urbana.
71. Ec4E-ONU	Porcentajes de bienes de capital ecológicamente racionales.
72. Ec2E-HED	Producción de alimentos locales.
73. Ec2I-ONU-HED	Producto interno Bruto por Habitante.
74. Ec2E-ONU	Producto interno neto ajustado conforme a consideraciones ambientales.
75. Ec4R-SR	Proporción de energía renovable local/energía total.
76. EcE-RJCA	Tipo de transporte.
77. Ec2E-HED	Venta de productos alimenticios locales.
CATEGORÍA: MEDIOAMBIENTAL (Ma)	
78. Ma18I-ONU	Apropiación del agua superficial.
79. Ma10I-ONU	Cambios en el uso de la tierra.
80. MaR-RJCA	Cantidad de desechos peligrosos en contenedores especiales.
81. Ma10E-SR	Complejidad del sistema urbano.
82. Ma9E-ONU	Concentraciones de contaminantes en el aire ambiental de las zonas urbanas.
83. Ma18R-B&K	Consumo anual de agua reciclada por habitante.
84. Ec4I-SR	Consumo de energía final anual.
85. Ma9I-ONU	Consumo de sustancias que agotan la capa de ozono.
86. Ma18I-ONU-B&K	Consumo doméstico de agua por habitante.

87. Ma10E-SR	Consumo potencial de suelo urbano.
88. Ma10E-SR	Eficacia del sistema urbano.
89. Ma21I-ONU-SR	Eliminación de desechos domésticos por habitante.
90. MaE-RJCA	Eliminación de desechos orgánicos por habitante.
91. Ma21E-SR	Eliminación de desechos sólidos por habitantes.
92. Ma21R-ONU	Eliminación municipal de desechos.
93. Ma21E-SR	Emisiones de CO ₂ , NH ₄ , N ₂ O, CFC.
94. Ma9I-ONU	Emisiones de gases de efecto invernadero.
95. Ma9I-ONU	Emisiones de óxidos de azufre.
96. Ma15E-ONU	Especies amenazadas como porcentaje del total de especies autóctonas.
97. Ma16R-ONU	Existencia de reglamentos o directrices sobre bioseguridad.
98. MaR-RJCA	Gastos de transportación hacia contenedores especiales.
99. MaR-RJCA	Gastos de tratamiento de desechos peligrosos como porcentaje del PIB.
100. Ma20R-ONU	Gastos de tratamientos de desechos peligrosos.
101. Ma21R-ONU	Gastos en gestión de desechos.
102. Ma9R-ONU	Gastos en medidas de reducción de la contaminación del aire.
103. Ma22I-ONU	Generación de desechos peligrosos.
104. Ma20I-ONU-SR	Generación de desechos radiactivos.
105. Ma21I-ONU-SR	Generación de desechos sólidos industriales y municipales.
106. Ma10E-SR	Huella ecológica del sistema.
107. MaI-RJCA	Impacto del transporte en la economía local.
108. MaI-RJCA	Índice de contaminación local.
109. Ma12E-ONU	Índice nacional de precipitaciones mensuales.
110. Ma11I-ONU	Intensidad de la tala de bosque.
111. Ma10R-ONU	Ordenación de los recursos naturales descentralizada a nivel local.
112. MaE-RJCA	Ordenación del territorio por usos del suelo.
113. MaE-RJCA	Porcentaje de desechos peligrosos.
114. MaE-RJCA	Porcentaje de desechos sólidos producidos por habitante.
115. MaE-RJCA	Porcentaje de desechos sólidos reciclados y usados.
116. MaE-RJCA	Porcentaje de desechos sólidos reciclados.
117. MaR-RJCA	Porcentaje de la superficie de bosques no urbanizables.
118. Ma11R-ONU	Porcentaje de la superficie de bosques que está regulado.
119. MaR-RJCA	Porcentaje de la superficie del bosque del programa reservado para parque natural.
120. MaE-RJCA	Porcentaje de la superficie periférica.
121. MaE-RJCA	Porcentaje de la superficie urbanizada.
122. MaE-RJCA	Porcentaje de suelo no urbanizable.
123. MaI-RJCA	Porcentaje de superficie de recorrido de los transportes.
124. MaE-RJCA	Producción de desechos orgánicos por habitante.
125. Ma18E-ONU	Reservas de aguas subterráneas.
126. Ma18I-SR	Superficie agua superficial para el aprovisionamiento de la ciudad.
127. Ma14E-ONU	Superficie cultivable por habitante.
128. Ma11R-ONU	Superficie de bosques protegidos como porcentaje de la superficie total de bosques.
129. MaE-RJCA	Superficie de suelo para industrias.
130. MaE-RJCA	Superficie de suelo para vivienda.
131. Ma10E-SR	Superficie de suelo urbano + superficie de suelo periurbano + superficie de suelo de uso indirecto
132. Ma10E-SR	Superficie de suelo urbano + superficie de suelo periurbano.
133. Ma10E-SR	Superficie de suelo urbano.
134. MA20E-ONU	Superficie de tierras contaminadas con desechos peligrosos.
135. MaE-RJCA	Superficie destinada a la "sepultura" de desechos peligrosos.
136. Ma15R-ONU	Superficie protegida como porcentaje de la superficie total.
137. Ma10E-SR	Superficie urbanizable.
138. MaE-RJCA	Tipos de transportes
139. Ma18R-ONU	Tratamiento de las aguas residuales.
140. Ma14I-ONU	Utilización de abonos.
141. Ma14I-ONU	Utilización de energía en la agricultura.
142. Ma14I-ONU	Utilización de plaguicidas agrícolas.

143. Ma11E-ONU	Variación de la superficie de bosques.
CATEGORÍA: INSTITUCIONAL (I)	
144. I40E-ONU	Acceso a la información.
145. I35R-ONU	Científicos e ingenieros dedicados a actividades de investigación y desarrollo por millón de habitantes.
146. I35E-ONU	Científicos e ingenieros potenciales por millón de habitantes.
147. I8R-ONU	Consejos nacionales para el desarrollo sostenible.
148. I23-32R-ONU	Contribución de las organizaciones no gubernamentales al desarrollo sostenible.
149. I8R-ONU	Estrategias de desarrollo sostenible.
150. I8R-ONU	Evaluaciones del impacto ambiental asignadas.
151. I35R-ONU	Gastos en investigación y desarrollo como porcentaje del producto interno bruto. (PIB).
152. I40E-ONU	Líneas telefónicas principales por cien habitantes.
153. I23R-HED	Número de electores votantes.
154. IR-RJCA	Porcentaje de programas ecológicos aplicados en las economías locales.
155. IR-RJCA	Porcentaje de electores votantes pero no participativos.
156. I8R-ONU	Programa de contabilidad ecológica y económica integrada.
157. I39R-ONU	Ratificación de acuerdos mundiales.
158. I23-32R-ONU	Representación de los grupos principales en los consejos nacionales para el desarrollo sostenible.
159. I23-32R-ONU	Representantes de minorías étnicas y poblaciones indígenas en los concejos nacionales para el desarrollo sostenible.

Fuente: Datos obtenidos de la ONU (United Nations. Sustainable Development. Hojas de metodología, 1999); Salvador Rueda; Hart Environmental Data (HED); de los investigadores Bradley y Kibert (B & K) y; propuesta nuestra RJCA.

Del cuadro anterior destacaremos los indicadores que se ajustan a nuestras necesidades, mismos que dependerán de las dos áreas de estudio: Vallés Catalán y Puebla, México. De ahí entonces que, se obtendrán los datos que nos puedan facilitar tanto los medios de información como del Instituto de Estadísticas de Cataluña y otras instituciones que manejen información cuantitativa.

Podrían existir ciertos problemas para el funcionamiento y utilización de los indicadores; por ejemplo, retomando algunas de las ideas de A. B. Birtles: el primer problema desarrollado del esquema es el inmenso rango de problemas medioambientales o los indicadores medioambientales que potencialmente podrían ser incluidos. Otro problema listo y existente es un rango ancho de las obligaciones legales que relacionan al ambiente. De utilizar la naturaleza más práctica, hay un límite financiero al esfuerzo que puede ponerse razonablemente en cualquier valoración, gobernado principalmente por la buena gana del cliente para pagar. Un problema técnico es la necesidad no sólo para especificar el criterio medioambiental, sino también una manera práctica de evaluar los daños (Birtles, 1997).

I. Categorías de indicadores urbanos:

Territorio urbano:

1. Superficie total (Km²).
2. Superficie total construida (Km²). Por uso de terreno [habitacional, industrial y servicios].
3. Superficie abierta (Km²): porcentaje de zonas verdes.
4. Áreas urbanas baldías (Km²): superficie y porcentaje totales.
5. Áreas de renovación(Km²): superficie y porcentajes totales.

Población urbana:

6. N° de habitantes en la ciudad.
7. N° de habitantes en la periferia.
8. Población por Km²
9. Superficie por clase de densidad.

Movilidad urbana:

10. Medio de transporte: Número y longitud media de viajes por km/hab y por medio de transporte.
11. Modos de transporte para ir al trabajo: número de trayecto hacia y desde la periferia y % de la población urbana.
12. Volumen de tráfico: total y destinos ida/vuelta en vehículos en las principales rutas.
13. Red de transportes(Km): autopistas y vías férreas.

II. Categoría de flujos urbanos:

14. Consumo de agua por habitante en litros por día.

15. Consumo de energía eléctrica.

III. Categorías de calidad del medio ambiente urbano:

Calidad del agua:

16. Agua potable: número de días año en que la media del agua potable es rebasada.

17. Calidad de las viviendas: promedio de suelo por vivienda, M² por persona.

5.4. La Sostenibilidad del Área Metropolitana del Vallés

Siguiendo el análisis que hemos desarrollado a lo largo de los capítulos que preceden a éste, ahora se planteará el objetivo que perseguiremos en este apartado. En consecuencia el objeto del presente capítulo consiste en el estudio de la escala local de los indicadores de desarrollo sostenible dentro de los procesos de transformación del territorio para cada uno de los municipios que constituyen el Vallés Occidental. Este análisis permitirá contextualizar la situación actual de la región.

El estudio que se propone, considera necesariamente parte de las categorías previamente enumeradas en el apartado anterior para su análisis en el marco de los indicadores de sostenibilidad que se insertan en el territorio considerado. Aquí hemos coincidido de cierta manera con los autores, Alberti y Bettini, cuando plantean que los indicadores serán utilizados para definir el grado de sostenibilidad ambiental de un modelo urbano, con base en el Informe Bruntland (Alberti, y Bettini, 1996 b). El listado que hemos propuesto de indicadores son los más pertinentes para el estudio del modelo de desarrollo sostenible que hará referencia a las categorías que se expresan en los siguientes Indicadores en: *urbanos, flujos urbanos y calidad del medio ambiente urbano*.

5.5. Sobre el Área Metropolitana de Puebla

De la propuesta nuestra del análisis comparativo del Vallés y Puebla, haremos una descripción pormenorizada de la zona en la cual se aplicará el modelo conforme a los parámetros del desarrollo urbano del Área Metropolitana de Puebla.

Con base en los indicadores anteriores, se tratará de modelizar el área metropolitana de Puebla, por ejemplo: qué tipo de población es la que tiende a concentrarse en el territorio tanto de la periferia como de la zona central, y sobre todo, hacia donde tiende el mismo crecimiento. Por otra parte, cabe mencionar qué se deben tomar en cuenta para la ordenación espacial de la conurbación. Podríamos mencionar las posibles conexiones entre los municipios de la metrópoli; aquí dependerá de sus especificidades inmediatas, desde la aplicación de políticas activas de producción y consumo, pasando por los sectores productivos más dinámicos, hasta llegar a la consolidación de la estructura productiva y se vea reflejada en la ordenación del territorio; y por último qué características debe tener el crecimiento y cómo ha de aprovecharse el uso del suelo.

Con relación a los flujos urbanos, se tomarán en consideración la ubicación de los centros de trabajo. Ya que con base en la estructura del tejido urbano, se estudiarán los desplazamientos de la movilidad urbana de la zona. Dado que en el área metropolitana de Puebla, la movilidad, dentro de otros parámetros de influencia en la conformación de aquel, es la que demanda de mayor infraestructura, servicios de transporte público, y de mayor integración para disminuir los flujos innecesarios del desplazamiento de residencia-trabajo, así como de la movilidad obligada por estudio. Estos elementos, entre otros, son destacables para explicar el desorden urbano que presenta actualmente la zona conurbada.

En el marco anterior, es necesario prestar atención para la ejecución de mejores prácticas y acciones que conduzcan hacia un ordenamiento del uso del suelo, además, que abarquen medidas consensuadas en la reordenación espacial respetando los usos y costumbres de sus habitantes (características muy propias de la cultura mexicana). Espacios y usos racionales para la agricultura, la industria, el transporte, el desarrollo urbano, los espacios verdes, las reservas y otras necesidades esenciales tanto de la ciudad de Puebla como de sus municipios de su área de influencia, serán las que deben orientar el tipo de crecimiento y de una planificación integrada que tome en cuenta justamente las necesidades del medio ambiente, en suma de una ciudad más sostenible.

En torno a la calidad del medio ambiente, los modelos territoriales que se han aplicado a las conurbaciones latinoamericanas, lejos de resolver las disfunciones del crecimiento irracional, han venido a paliar algunas zonas de crecimiento, pero que con el devenir de los años las contradicciones del modelo de crecimiento anárquico, sin planteamientos reales de sus habitantes, ni de una verdadera planificación, ha redundado en nuevos problemas caóticos que va en detrimento de sus habitantes.

Problemas similares son los que presentan, Granahan, Songsore y Kjellén, en el caso europeo, pero, con especificidades que difieren de las ciudades latinoamericanas, por ejemplo: En el contexto urbano, la afluencia de problemas no es ninguna ambigüedad dañoso o beneficioso al ambiente físico. Sin embargo, con los modelos que han existido sobre el desarrollo económico, la afluencia cambia el sitio del desafío medioambiental urbano. Donde uno percibe los peores problemas que puede variar y dependerá si uno se preocupa por problemas muy localizados como el agua de la casa, la higienización y/o la polución aérea interior; problemas a nivel de ciudad: como la polución en el aire, del ambiente, la contaminación del agua, o problemas globales como el calentamiento global y daños a la capa de ozono. Generalmente, los riesgos medioambientales urbanos causados en la mayoría de los enfermos de salud son aquellos encontrados en casas pobres, vecindades y desempleados, principalmente localizados en el Sur.

Los ejemplos más extremos de daño medioambiental en el ámbito de la ciudad se encuentran en y alrededor de las mega ciudades de ingreso medio y las ciudades industriales de las economías anteriormente planteadas. Es el caso, de los contribuyentes urbanos de las ciudades grandes, tiende a los problemas medioambientales globales, es decir, los que viven preponderantemente en las áreas urbanas del Norte. Si uno mira las ciudades, la historia de ciudades son abundantes, o incluso por los grupos diferentes dentro de una ciudad, es posible discernir los contornos de una transición medioambiental que relaciona a una serie de fenómenos medioambientales. Por lo que es allí donde tiende a ser un cambio espacial debido a los problemas medioambientales, por ejemplo, en el caso de calentamiento global, para no impactar en las futuras generaciones. Estas tendencias sólo reflejan disposiciones, políticas, así como la demografía y geografía, que pueden hacer unas condiciones medioambientales diferentes en y entre las ciudades de afluencia (personas, recursos energéticos, transportes, etc.) comparable, (Granahan, Songsore, y Kjellén, 1996).

En los siguiente capítulos VII y VIII, se plantearán los estudios socioeconómicos de las dos áreas metropolitanas en cuestión. En las cuales, tendremos los datos estadísticos de población, vivienda, usos del suelo, de la movilidad urbana (para el Vallés y Puebla), entre otras características necesarias para el estudio comparativo del crecimiento urbano; asimismo, serán los capítulos en los cuales plantharemos nuestro análisis y el punto de partida para replantear y/o contrastar las hipótesis de trabajo.

Bibliografía

- Agence Européenne de l'Environnement a Developpe (1995). ONU.
- Alberti, M. (1996 a): “*Measuring urban sustainability*”; Environmental Impact Assessment Review V16 n 4-6 Jul-Nov, 1996.
- Alberti, M. y Bettini, Virginio (1996 b): Capitulo sexto, “*Sistemi urbani e indicatori di sostenibilit *”. En Virginio Bettini: Elementi Di Ecologia Urbana. Ed. EINAUDI, Torino.
- Birtles, A. B. (1997): “*Environmental impact evaluation of building and cities for sustainability*”. En Evaluation of the built environment for sustainability. Brandon, P.L. Lombardi; V. Bentivegna. E & Spon, London, 1997.
- Franco, N. (1995): “*Auditor es ambientales municipales: Eines de gesti  locals per assolir ciutats sostenibles i saludables. Congreso Internacional “Tecnología, desarrollo sostenible y Desequilibrios”*”. Terrassa (Barcelona) 14-16 de septiembre de 1995.
- Girard, Fusto L. (1997): “*Self-sustainable urban development*”. En Evaluation of the built environment for sustainability. Brandon, P.L. Lombardi; V. Bentivegna. E & Spon, London, 1997.
- Jiménez Herrero, Luis M., (1996): “*Desarrollo, Sostenible y Economía Ecológica*”, *integración medio ambiente-desarrollo y economía-ecológica*. Ed. Síntesis, Madrid, 1996.
- Keil, Roger (1995): “*World city formation, local politics, and sustainability*”. En Local places in the age of the global. Roger Keil, Verda R. Wekerle, David V. J. Bell. Ed. Block Rose Books, New York, 1995.
- Llugany, Muriel (1999): “* tude de critères de sustentabilit  et leurs impacts sur L'Am nagement territorial du parc fluvial du Ripio de Sabadell. Región metropolitana de Barcelone*”. Proyecto de fin de carrera; director del Proyecto: Dr. Pere Alavedra Ribot. ETSEI. Terrassa, Barcelona, 1999.
- McGranahan, Gordon; Songsore, Jacob and Kjellén, Marianne (1996): “*transiciones medioambientales urbanas*”, en Sustainability, Poverty Urban Environmental Transitions). Ed. CEDNC PUGH, 1996. London.
- Meca, Muntañola Antoni (1998): “*Estudio de la gestión de los recursos energéticos y su impacto en la ordenación del territorio de la Región Metropolitana de*

- Barcelona, desde el prisma de la Sostenibilidad*”. Proyecto de fin de carrera; director del Proyecto: Dr. Pere Alavedra Ribot. ETSEI. Terrassa, Barcelona, 1998.
- Naredo, José Manuel (1999): “*Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla*”. En ciudades para un futuro más sostenible. Página WWW. actualizado: 19 02 1999.
 - *Proposta de 50 Indicators de Sostenibilitat*”. Xarxa, de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat, Grups de Treball; Diputació de Barcelona, Àrea de medi Ambient, Barcelona, 1998.
 - Rueda, Salvador (1999): “*Modelos e indicadores para ciudades más sostenibles*”. Workshop: Indicadores de huella y calidad ambiental urbana. Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya. Barcelona, 1999.
 - UE (1992): “*Cap a un Desenvolupament sostenible; Programa de la Comunitat Europea sobre Política i Acció con relación al Medi Ambient i al desenvolupament sostenible: una proposta de la Comissió de les Comunitats Europees*”, març del 1992. Barcelona. Departament de Medi Ambient, 1992.
 - United Nations (1999): “*Sustainable Development*”. Hojas de metodología. En <http://www.un.org/esa/sustdev/indisd/spanish/capitu1-32>.

CAPITULO VI

DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO APLICADO A LA ORDENACIÓN TERRITORIAL.

6. DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO.

6.1. Introducción a la Investigación de Operaciones

El enfoque de la investigación de operaciones, tiene una característica que se apega más al estudio del método científico, de ahí que el proceso comience por la observación y la formulación de un problema para continuar más tarde con la construcción de un modelo que se aproxime cada vez a la realidad con la que se quiere estudiar.

La investigación de operaciones se ocupa de la toma de decisiones óptima y del modelado de sistemas determinísticos y probabilísticos que se producen en la vida cotidiana (como su nombre lo indica, significa ‘*hacer investigación sobre las operaciones*’). Y sus aplicaciones, se caracterizan, en gran parte, por la necesidad de asignar pocos recursos. En estas situaciones, se puede obtener un conocimiento profundo del problema a partir del análisis científico que proporciona la investigación de operaciones.

De hecho, la investigación de operaciones se ha aplicado en los negocios, la industria, la milicia, el gobierno, los hospitales, etc. Por lo que la gama de aplicaciones es prácticamente amplia. Su método comienza por la observación cuidadosa y la formulación del problema y sigue con la construcción de un modelo científico (por lo general matemático) que intenta extraer la esencia del problema real. Seguidamente, se propone una hipótesis donde el modelo es una representación, es lo suficientemente precisa de las características esenciales de la situación como para que las conclusiones (soluciones) obtenidas sean válidas para el problema real. Esta hipótesis se verifica y modifica mediante las pruebas adecuadas.

En resumen, la contribución del enfoque de la investigación de operaciones se ocupa de la toma de decisiones óptima y del modelado de sistemas determinísticos y probabilísticos que se originan en la vida real. Estas aplicaciones, además, se caracterizan, en gran parte, por la necesidad de asignar escasos recursos. Y su contribución proviene principalmente de según Hillier y Lieberman, (1993):

1. La estructuración de una situación real como un modelo matemático, con lo que se logra una abstracción de los elementos esenciales, puede buscarse también una solución que concuerde con los objetivos planteados para la toma de decisiones. Esto implica tomar en cuenta el problema dentro del contexto del sistema completo.
2. El análisis de la estructura de tales soluciones y el desarrollo de procedimientos sistemáticos para obtenerlas.

3. El desarrollo de una solución, incluyendo la teoría matemática, sí es necesario que lleve al valor óptimo de la medida de lo que se espera del sistema (o quizá que compare los cursos de acción alternativos evaluando esta medida para cada uno).

6.2. Construcción de un Modelo Matemático

Una vez formulado el problema, la siguiente etapa consiste en reformularlo de manera conveniente para su análisis. La forma convencional de resolución mediante la investigación de operaciones se basa en la construcción de un modelo matemático que represente la esencia del problema.

Así, si se pueden tomar n decisiones cuantificables relacionadas unas con otras, y que al final se representan como **variables de decisión** (X_1, X_2, \dots, X_n) para las cuales se deben determinar los valores respectivos.

La medida de efectividad compuesta (por ejemplo, la ganancia) se expresa entonces como una función matemática de estas variables de decisión (por ejemplo, $p = 3x_1 + 2x_2 + \dots + 5x_n$). Esta función se le denomina **Función Objetivo (FO)**. También se expresan matemáticamente todas las limitaciones que se puedan imponer sobre los valores de las variables de decisión, casi siempre en forma de ecuaciones o desigualdades (como, $x_1 + 3x_1x_2 + 2x_2 \dots$). Tales expresiones matemáticas de las limitaciones, con frecuencia reciben el nombre de **restricciones**. Las constantes (los coeficientes en el lado derecho de las ecuaciones) en las restricciones y en la función objetivo se llaman **parámetros** del modelo. El modelo matemático puede expresarse entonces como el problema de elegir los valores de las variables de decisión de manera que se maximice la función objetivo, sujeta a las restricciones dadas. Un modelo de este tipo, y algunas variaciones menores sobre él, tipifican los modelos analizados en investigación de operaciones.

El modelo matemático puede expresarse entonces como el problema de elección de los valores de las variables de decisión de manera que se maximice la función objetivo (la ganancia) o minimice (el coste), sujeta a las restricciones dadas.

Una vez formulado el modelo matemático para el problema en estudio, la siguiente etapa consiste en derivar una solución a partir de este modelo. Un tema común en investigación de operaciones es la búsqueda de la **solución óptima**, es decir, la mejor. Como el modelo necesariamente es una idealización y no una representación del problema real, no puede existir una garantía utópica de que la solución óptima del modelo resulte ser la mejor solución posible que pueda llevarse a la práctica para el problema real. Esto, por supuesto, es de esperarse si se toman en cuenta los muchos imponderables e incertidumbres asociados a casi todos los problemas reales, pero si el modelo está bien formulado y verificado, la solución que resulta debe tender a una buena aproximación del curso de acción ideal para el problema real. De esta manera, como lo ha planteado

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_n \geq 0$$

Esta es la denominada forma estándar para el problema de programación lineal. Para la actividad j ($j = 1, 2, \dots, n$), c_j es el incremento que resultaría en el valor de Z por cada unidad de incremento en el valor de X_j (el nivel de la actividad j). Para el recurso i ($i = 1, 2, \dots, m$), b_i es la cantidad disponible para asignar a las actividades. Por último, a_{ij} es la cantidad del recurso i que consume cada unidad de la actividad j (para $i = 1, 2, \dots, m$ y $j = 1, 2, \dots, n$). Este conjunto de datos (a_{ij} , b_i y c_j) constituyen los **parámetros** (constantes de insumo) del modelo de programación lineal.

En ciertos casos, el modelo anterior no se ajusta a la forma natural de algunos problemas de programación lineal. Las otras formas legítimas son las siguientes:

1. Minimizar en lugar de maximizar la función objetivo:

$$\text{Minimizar } Z = c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_nX_n$$

2. Algunas restricciones funcionales con desigualdad en el sentido mayor o igual.

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n \geq b_i \quad \text{para algunos valores de } i,$$

3. Restricciones funcionales en forma de ecuación:

$$a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{in}X_n = b_i \quad \text{para algunos valores de } i$$

4. Las variables de decisión sin la restricción de no negatividad.

$$X_j \text{ no restringida en signo,} \quad \text{para algunos valores de } j$$

Sin embargo, dado que existen soluciones factibles, la meta de la programación lineal es encontrar la mejor, medida según el valor de la función objetivo en el modelo. En tanto que una **solución óptima** es una solución factible que lleva al *valor más favorable* de la función objetivo. El valor más favorable significa el valor más grande o más pequeño, dependiendo de si el objetivo es maximizar o minimizar. Entonces, una solución óptima maximiza/minimiza la función objetivo sobre toda la región factible, (Hsiao y Cleaver, 1987).

6.5. Hipótesis de la Programación Lineal

Proporcionalidad

La *proporcionalidad* es una hipótesis sobre las actividades *individuales* que se considera independiente de las otras (mientras que la siguiente suposición sobre *aditividad* se refiere al efecto de llevar a cabo actividades en forma *conjunta*).

Consideramos el caso de que sólo una de n actividades se realiza. Llamamos a ésta la actividad k , de forma que $X_j = 0$ para toda $j = 1, 2, \dots, n$ excepto para $j = k$.

Pero por otra parte se tiene entonces, la hipótesis dice que:

La medida global de efectividad de Z es igual a $c_k X_k$, y

El consumo de cada recurso i es igual a $a_{ik} X_k$, o lo que es lo mismo, ambas cantidades son directamente proporcionales en el nivel donde se lleva a cabo cada actividad k ($k = 1, 2, \dots, n$).

Aditividad

La condición de proporcionalidad no es suficiente para garantizar que la función objetivo y las restricciones sean lineales. Si existe interacción entre algunas actividades que puedan cambiar la medida total de efectividad o el consumo total de algún recurso, pueden surgir términos de producto cruzado. La aditividad supone que no existen interacciones de este tipo entre ninguna de las actividades, de manera que no habrá términos de productos cruzados en el modelo.

De manera más específica, la suposición de aditividad (al igual que de proporcionalidad) se aplica tanto a la función objetivo como a las funciones del lado izquierdo de las restricciones. Este último tipo de función representa la utilización total de algún recurso. Para ambos tipos de funciones, la hipótesis concierne a la comparación entre el *valor total de la función* que se obtiene al realizar conjuntamente las actividades en sus respectivos niveles (X_1, X_2, \dots, X_n) y las *contribuciones individuales* al valor de la función al realizar cada actividad por separado (estableciendo todas las variables en cero). En programación lineal, estas *contribuciones individuales* son: $c_j X_j$ para la función objetivo y $a_{ij} X_j$ para las restricciones.

En resumen, la *hipótesis de aditividad* dice que, para cada función, el *valor total de la función* se puede obtener *sumando* las *contribuciones individuales* de las actividades respectivas.

Pero los autores proponen que, en otros problemas, si la aditividad no es una suposición razonable, de forma que algunas o todas las funciones matemáticas del modelo

necesariamente son no lineales (debido a términos de producto cruzado), resulta definitiva la entrada en el ámbito de la programación no lineal.

Divisibilidad

Algunas variables de decisión sólo tienen significado físico cuando adquieren valores enteros. La solución óptima que se obtiene en programación lineal con mucha frecuencia no es entera.

Por esto, la *hipótesis de divisibilidad* se refiere a que las unidades de cada actividad se puedan *dividir en cualquier nivel fraccional*, para que se permitan valores no enteros de las variables de decisión.

Aun cuando se requiera una solución entera, es frecuente que se aplique programación lineal. Si la solución obtenida no es entera, entonces las variables no enteras simplemente se redondean. Esto puede ser satisfactorio, en particular si las variables de decisión adquieren valores grandes, pero llegan a surgir algunos obstáculos. Si no se puede usar este enfoque, entonces el problema se encuentra en el ámbito de la programación entera. Sin embargo, debe hacerse notar que la programación lineal obtendrá automáticamente soluciones enteras para cierto tipo de problemas.

Certidumbre

La *hipótesis de certidumbre* dice que todos los parámetros del modelo (los valores a_{ij} , b_i y c_j) son constantes conocidas. En los problemas reales, muy pocas veces se satisface por completo esta hipótesis. Casi siempre se formula un modelo de programación lineal para elegir un curso de acción futuro. Entonces, los parámetros que se emplean están basados en una predicción de las condiciones futuras, lo que inevitablemente introduce un cierto grado de incertidumbre. Por esta razón siempre es importante realizar un *análisis de sensibilidad* después de encontrar una solución óptima para los valores supuestos de los parámetros.

El propósito siempre es identificar los parámetros sensibles (es decir, aquellos que no pueden cambiar mucho sin cambiar la solución óptima), para tratar de estimarlos con mayor exactitud, y después elegir una solución que sea buena en toda la gama de valores posibles para estos parámetros sensibles.

En algunos casos, el grado de incertidumbre en los parámetros es demasiado grande para que el análisis de sensibilidad lo pueda manejar. Entonces es necesario establecer, en forma explícita, estos parámetros como variables aleatorias.

6.6. Aplicación de la Programación Lineal en la Optimización de Recursos Energéticos

El uso de la programación lineal en la planificación energética es frecuente en muchos ámbitos de estudios profesionales. En estos estudios, la optimización de la energía es el objetivo último.

Uno de los ámbitos de estudio que se adecua a estos objetivos es la planificación energética de un territorio determinado. Dentro de este ámbito, existen diferentes maneras de interpretar esta planificación que viene impuesta normalmente por el periodo temporal del análisis. Así, por ejemplo, la planificación energética de los últimos tiempos se ha desarrollado con hipótesis donde predominaba la idea de que el progreso económico se sustentaba junto a consumos energéticos elevados, sin tener en cuenta otros factores como la escasez de estos recursos o el impacto sobre el medio ambiente.

La introducción de las teorías sobre el desarrollo sostenible durante los últimos años, se ha visto reflejado en los modelos energéticos más recientes con nuevas hipótesis que tienen en cuenta el factor social, el económico y el ambiental.

6.7. Modelos Energéticos con Restricciones de Sostenibilidad

Los modelos energéticos que tienen en cuenta los factores medioambientales están, en su mayoría, en una etapa de desarrollo temprana debido a que la aparición de las nuevas teorías de desarrollo son bastantes recientes. En los últimos años, la concienciación internacional ha establecido que las actividades humanas deben ser sostenibles. Estas actividades requieren de un consumo energético que ha ido en aumento de forma exponencial durante el presente siglo.

Durante los próximos años se insistirá en la necesidad de reducción energética de las actividades humanas mediante una óptima racionalización apoyada por medidas que incrementen la eficiencia de los procesos y minimicen la emisión de contaminantes a la atmósfera.

Para alcanzar escenarios energéticamente sostenibles algunos científicos han propuesto modelos matemáticos basados en la investigación de operaciones. También se pueden encontrar algunos modelos de simulación en Thomas y Mott, (1995).

R.K. Bose del Tata Energy Research Institute de Nueva Delhi y G. Anandalingam de la Universidad de Pennsylvania, han diseñado un modelo que introduce parámetros relacionados con la planificación energética sostenible dentro de un área urbana.

El objetivo de este modelo de programación lineal consiste en encontrar la cantidad óptima de las distintas formas de energía para diferentes usos finales: doméstico, transporte, industria y servicios. El modelo urbano integrado de Bose y Anandalingam ha sido experimentado en la ciudad india de Nueva Delhi mediante la creación de dos escenarios para el año 2001 (Bose y Anandalingam, 1996). En el primer escenario, las posibilidades de mejora de la eficiencia energética y de la reducción de emisiones no se han tenido en cuenta. El segundo escenario se caracteriza por una mejora de la tecnología y de la eficiencia y por una reducción de la densidad del tráfico. Los resultados obtenidos mediante este modelo establecen unos ahorros energéticos del 10% para el segundo escenario durante el año 2001.

6.8. Construcción de un Modelo Adaptado a las Necesidades de la Ordenación Territorial

Objetivo del modelo

La planificación de las necesidades energéticas, si se realiza en un proceso de ordenación de un territorio determinado, se basa en los siguientes parámetros:

- Tipología del sistema energético.
- Periodo de vigencia de la planificación territorial.
- Programación de usos del suelo.
- Distribución y construcción de viviendas que dependen de la demanda.
- Movilidad urbana.

Siempre y cuando sea desde una perspectiva de sostenibilidad y considerando el factor económico como la función a minimizar.

En este modelo se debe entender la sostenibilidad como la meta de una calidad de vida que puede ser mantenida por muchas generaciones, teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

⇒ *Es socialmente deseable, pues satisface las necesidades culturales, materiales y espirituales de las personas de forma equitativa.*

⇒ *Es económicamente viable, debido a la autofinanciación con costes que no exceden los ingresos.*

⇒ *Es ecológicamente sostenible, debido al mantenimiento de los ecosistemas a largo plazo.*

Lo anterior entonces, nos remite siempre a no olvidar que el tiempo y el dinero son dos recursos que las sociedades desarrolladas no deben malbaratar, sino gestionar de forma adecuada para facilitar las necesidades de las economías emergentes y arreglar los desequilibrios de pobreza.

A) Variables de decisión

Las variables de decisión son aquellas que queremos optimizar, en nuestro caso, los recursos con los que cuentan las áreas metropolitanas: Vallés y Puebla. Las variables podrían ser: recursos, como el área de suelo para construir y la existencia de suelo programado para el crecimiento urbano de forma sostenible que aparecen en el modelo, de éstos existen tres tipos:

a) *Variables de usos del suelo.*

- *Suelo urbanizado (especialmente asentamientos)*
- *Suelo urbanizable (para vivienda y si presenta posibilidades sostenibles).*

b) *Variables de población.*

- *Población inicial*
- *Proyecciones de población (población final de estudio)*

c) *Variable de movilidad.*

- *Movilidad urbana obligada*
- *Movilidad no obligada*

B) *Función Objetivo (F.O.)*

Algunos autores, como Bose y Anandalingam utilizan la función objetivo con la misión de minimizar las desviaciones de las variables de carencia o exceso que aparecen en las restricciones del modelo. De esta forma se intenta que las inecuaciones tiendan a ser ecuaciones:

$$MIN \quad Z = P_1A^- + P_2D^- + P_3B^+ + P_4C^+ + P_5A^+$$

$$\text{donde } A^- = \sum w_{js}^- d_{js}^- \quad A^+ = \sum w_{js}^+ d_{js}^+ \quad B^+ = \sum w_s^+ d_s^+$$

$$C^+ = \sum w_p^+ d_p^+ \quad D^- = \sum w_k^- dij_k^- \text{ son las desviaciones}$$

Estas desviaciones tienen asociadas unos pesos que dependen de sus niveles relativos de importancia.

En el modelo que se presentará a continuación, la F.O. es la expresión matemática; función de las variables de decisión con la que se buscará la óptima solución con los mínimos costes. Los coeficientes de la F.O. dependen del estado del arte tecnológico. Otra novedad respecto al modelo de Bose y Anandalingam es la aparición de un coeficiente de variación temporal de los costes que permite obtener el valor de la función objetivo en el momento deseado y poder analizar tendencias, (Gigch, 1981).

La ecuación de la F.O. será del tipo:

$$MIN \quad Z_k = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot \left(1 + \sum_{k=1}^t A_{ik} \right) \cdot X_i$$

$$\forall i = 1, \dots, 9 \quad \forall j = 1, \dots, 4 \quad \forall k = 1, \dots, t$$

Donde:

i = subíndice del tipo de variable energética

j = subíndice del tipo de coste

k = subíndice temporal

Z_k : valor total del gasto energético el año k [euros]

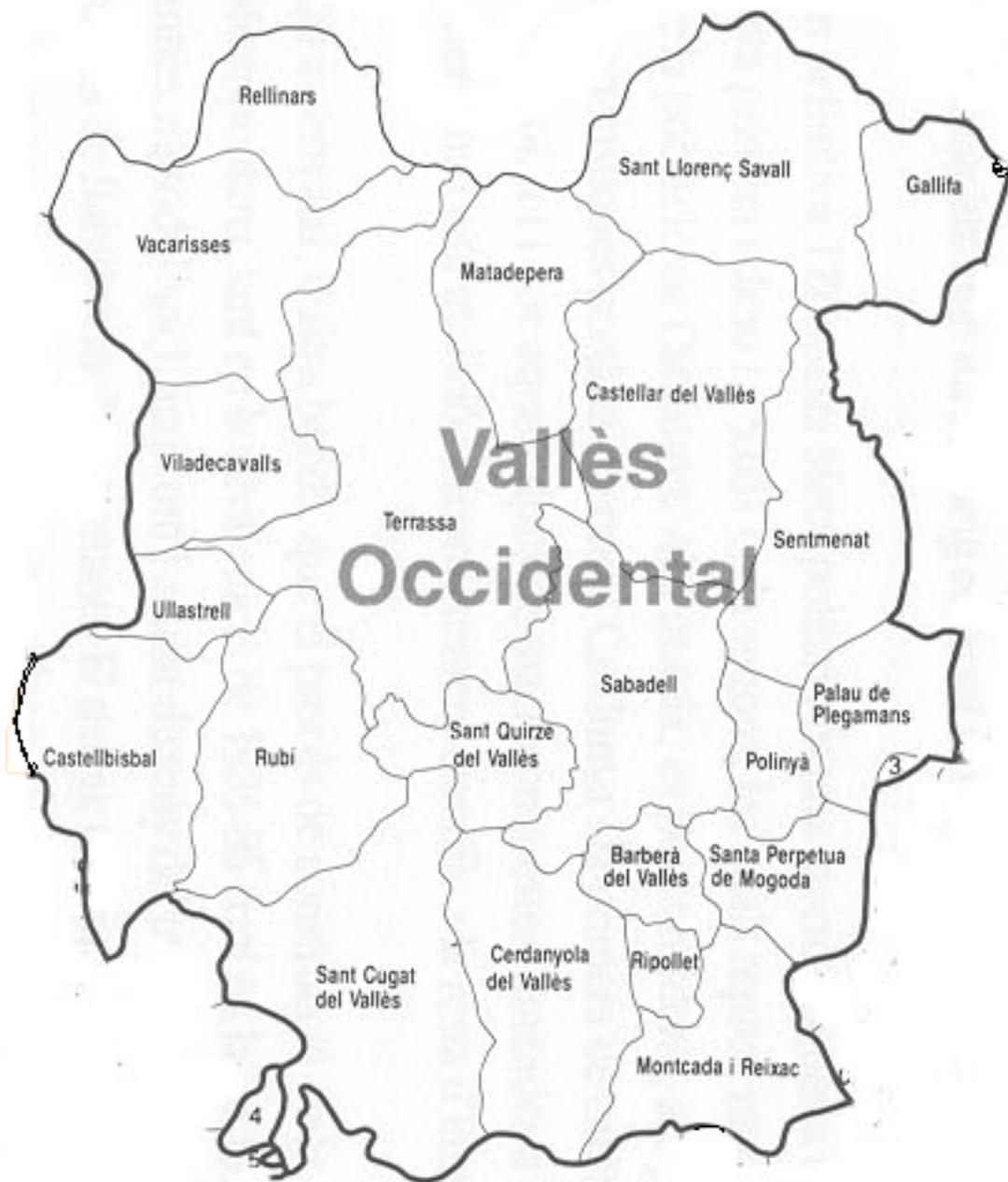
C_{ij} : coste total de una unidad energética primaria

Bibliografía

- Bose y Anandalingam (1996): “*Sustainable Urban Energy Environment Management with Multiple Objectives*”. Energy Vol. 21, nº 4. Ed. Pergamon.
- Hillier, Frederick S. y Lieberman, Gerald (1993): “*Introducción a la Investigación de operaciones*”. Quinta edición en inglés y tercera en español. Ed. McGraw-hill, México, D.F.
- Hillier, Frederick S. y Lieberman, Gerald (1972): “*Introduction to Operations Research*”. Ed. Holden-Day, inc. San Francisco; Ninth printing.
- Hsiao, J. C. y Cleaver, S. David, (1987): “*Administración. Aplicaciones de Técnicas de Investigación de Operaciones*”. Ed. Limusa. México, D.F.
- J., Thomas y R. A. Jack (1995): “*Improve Quality & Productivity with Simulation*”; second edition. Ed. JMI Consulting Group.
- P. van Gigch, John (1981): “*Teoría General de Sistemas Aplicada*”; Ed. Trillas, México, D.F.

CAPÍTULO VII.

ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO Y MOVILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLÉS OCCIDENTAL.



Fuente: “Encuesta de la Regió Metropolitana de Barcelona, 1990. Diputació de Barcelona, 1993.

7. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO Y MOVILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA: DEL VALLÉS OCCIDENTAL.

7.1. El Marco Territorial

El territorio de la comarca del Vallés occidental forma parte de la Depresión prelitoral Catalán. Está delimitada al Norte por la Sierra Pre-litoral (San Llorenç del Munt, Sierra de L’Obal y Sierra de Granura); al Sur-este por la Sierra Litoral (Collserola); al Sud-Oeste por el Llobregat y al Este por la cuenca occidental del Besós (L’Economia del Vallés Occidental, 1990).

Asimismo entre dos líneas de montaña paralelos, el Tibidabo y la Conreria, en la Sierra Litoral y San Lorenç del Munt y la Sierra de l’Obac en la Sierra Pre-litoral.

La comarca tiene una superficie de 580,98 km², la parte central es fundamentalmente una superficie plana con pequeñas ondulaciones, atravesada por el río de las Arenas y por el Ripol, afluentes, respectivamente, del Llobregat y del Besós, por los cuales se comunica hasta el otro costado de la sierra litoral en puertos neurálgicos de comunicación, como es Martorell y Montcada i Reixac.

El territorio tiene las características típicas del área mediterránea. El clima presenta unos inviernos suaves y unos veranos cálidos, con un régimen de lluvias irregulares, que se concentran en primavera y en el otoño. Los bosques han ido perdiendo terreno en las zonas planas de la comarca por la acción de la urbanización. Por otra parte, la planicie está ocupada hoy día de manera prioritaria, por terrenos de sembradío, así como de grandes núcleos urbanos, zonas residenciales e industriales, pero también por algunas urbanizaciones de segunda residencia.

Sin embargo, la mayor parte de los terrenos agrícolas son de seca y tradicionalmente habían sido dedicados al sembradío de los cereales, la viña y olivera. Actualmente la actividad agrícola está en fase regresiva cuantitativamente, pero experimenta importantes transformaciones cualitativas.

La actividad económica dominante de la comarca ha estado desde hace mucho tiempo, en el inicio del proceso de industrialización, basado en la producción industrial, que destaca con dos núcleos impulsores, es decir, las ciudades de Terrassa y Sabadell, son éstas mismas las que atraen población de los pueblos circundantes en lo fundamental, en una primera etapa, y de otras poblaciones catalanas, así como del resto del estado después. Más adelante otras localidades de la comarca, sobre todo, las más próximas a Barcelona, como Montcada i Reixac, Cerdanola, Ripollet, Barberá del Vallés y Rubí, serán las que reabrirán numerosas fábricas en sus territorios y experimentan un crecimiento espectacular de población (Mora y Salvat, 1997).

La comarca del Vallés se industrializa sobre la base de la economía textil, lo que trae como consecuencia un centro de atracción de empresas de otros sectores industriales más modernos, sobre todo, con inversiones foráneas, a diferencia de las primeras etapas de industrialización, cuando predominaban los capitales locales. También se caracteriza por ser una área industrial como una zona urbana densamente poblada, 649,699 habitantes en 1991, con la mayor parte de los núcleos de población situados principalmente hacia a lo largo del río Ripoll y de la riera de Rubí. También lugar donde están asentados los veinte tres municipios, presididos obviamente por las dos capitales: Sabadell y Terrassa (Anuario económico, 1994).

7.2. La Articulación del Territorio

Podemos mencionar que existen tres formas de observar el tipo de desarrollo y de la articulación del territorio. Primero, se constata la localización de un conjunto de infraestructuras del Vallés principalmente en los primeros años setenta, fruto del desarrollo económico de la etapa anterior (proceso de industrialización), además, y sobre todo, de la acción política y administrativa del MOPU, circunstancialmente impulsada localmente desde Barcelona, incluso de Sabadell y Terrassa. Pero, en lo que respecta a la estructura propiamente dicha del territorio, se articula por la red de autopista, así como la presencia de la Universidad Autónoma y el polígono Badía. Asimismo, se puede decir que, la autopista Barcelona-Terrassa, sin peaje la que sustituye la N-150 como cordón umbilical principal de la comunicación urbana Terrassa-Sabadell-Barcelona. No obstante, de la A-7 por el corredor del Vallés desde Mollet hasta el Papiol, refuerza, finalmente, la centralidad regional del Vallés Occidental.

Al mismo tiempo que el proceso anterior, existen cambios en la comunicación y en la estructuración del territorio, debido a las nuevas autopistas promovidas por las infraestructuras viarias, además, surge un esquema nuevo de accesibilidad y centralidad al allegarse de poblaciones antiguas y capitales como son las dos ciudades principales: Sabadell y Terrassa. Situándose al fondo de la depresión Pre-litoral, a lo largo de la autopista y poblaciones vecinas.

La Segunda gran infraestructura se puede destacar los emplazamientos como la Universidad Autónoma de Barcelona que ha pasado de ser una instalación aislada al campo, pensada según un modelo anglosajón de *campus*, a ser una potente polaridad en términos territoriales, gracias a su crecimiento anterior, con la construcción reciente de nuevas facultades (veterinaria, ciencias de la información, etc.) y de instalaciones anexas (biblioteca de Filosofía, Pabellón Deportivo, etc.), pero sobre todo, la apertura de nuevas localizaciones: residenciales y los nuevos servicios (el Laboratorio General de Assaig d'investigación de la Generalitat o el Centro Nacional de Microelectrónica).

El incremento de las comunicaciones por ferrocarril y por carretera –de Bellaterra a Cerdeñola- y la autopista hace de la Universidad Autónoma la polaridad de servicios más grande del Vallés en estrecha competencia con el núcleo central de las poblaciones,

Sabadell o Terrassa. La especialización funcional, ya es el primer polo central en la comarca. Sus dimensiones y su capacidad son todavía muy grandes, y todo por la falta de un planeamiento urbanístico riguroso y la improvisación de su crecimiento. Este crecimiento se asegura a largo término, si se toma en cuenta las nuevas implantaciones posibles a lo largo de la autopista y las operaciones en curso, como el parque tecnológico de Cerdanyola.

Por último la tercera gran inversión del periodo actual sería el polígono Badía. Como una muestra de la pretensión de una descentralización radical residencial de Barcelona. En consecuencia se tiene que, la descentralización residencial y de servicios es polarizada más en relación con el maresme o el Baix de Llobregat, o con el mismo Vallés Oriental, que no pasa con el Vallés Occidental. Por ejemplo, existe un caso como el de San Cugat, y el reciente desarrollo suburbano en masa de Santa Perpetua de Mogoda o de Sant Quirze, los que se han reducido en términos físicos y económicos.

7.3. Dinamismo de la Comarca por la Diversidad Productiva

La comarca está estructurada por un conjunto de zonas agrícolas, grandes urbes, urbanizaciones, zonas y polígonos industriales, en los cuales se superponen las infraestructuras de la red ferroviaria y principalmente viaria. En conjunto está determinada, en gran medida, por la dinámica del desarrollo económico y del territorio comarcal de forma expansiva.

Por otra parte, existen infraestructuras que permiten el desarrollo sea más dinámico. Los ejes de comunicación, entre otros elementos, tienen una fuerte incidencia en la base económica municipal y comarcal, haciendo del Vallés Occidental una importante área estratégica de la red de comunicaciones catalana y permiten estructurar la comarca en tres sistemas urbanos claramente diferenciados:

1. Se puede observar que existe alrededor de Sabadell un proceso que va de la parte plana hasta las cotas altas de la Sierra Pre-litoral que incluye a demás de Sabadell, Barberá del Vallés, Palau de Plegamans, Polinyà, San Quirze del Vallés, Badía (termino municipal constituido en marzo de 1994 y del cual no existen datos desagregados) y Santa Perpetua de Mogoda. También en el mismo sentido se encuentra al pie de la Sierra Castellar del Vallés y Sentmenat y al final Gallifà y San Lorenç Savall.
2. Para el segundo sistema urbano, es el que está formado por Terrassa y el área de influencia, diferenciada en dos conjuntos de municipios:
 - a) Castellbisbal, Rubí, Ullastrell, Vacarsses y Vilaecavalls.
 - b) Al extremo norte, Matadepera y Rellinars.

3. El tercer gran sistema urbano depende menos de ambas capitales y se configura con un área de expansión e influencia de Barcelona. De ahí que formen un conjunto de municipios heterogéneos: Cerdanyola del Vallés, Montcada i Reixac, Ripollet y San Cugat del Vallés.

Sin embargo, la configuración del territorio comarcal y estos sistemas urbanos muestran claramente que la estructura de la comarca se centra básicamente entorno a los dos centros vertebradores de la zona: Sabadell y Terrassa. Estas dos capitales son piezas clave de la transformación comarcal en las diversas etapas y en este sentido serán las poblaciones que primero detectan los cambios. Será en los años sesenta cuando experimentan un proceso intenso de industrialización, expansión urbana y de crecimiento demográfico; asimismo, en los años setenta se vive la crisis de la industria textil y en consecuencia se produce una gradual diversificación industrial, y en lo más reciente, sin perder su importancia industrial, experimentan junto con la comarca, una progresiva terciarización.

En estas anteriores décadas tanto Sabadell como Terrassa, que en épocas de crisis corrieron el riesgo de verse debilitadas sus estructuras económicas y sociales para convertirse en centros comarcales suburbanos o periféricos, no obstante han recuperado el protagonismo perdido, gracias a las nuevas inversiones empresariales y a la decidida intervención de los diversos agentes públicos (municipales, Consorcio de la Zona Franca, Incasol, Diputación de Barcelona y Generalitat de Cataluña).

7.4. Población y Mercado Laboral

Existe un crecimiento de la población relativamente moderada. Para el caso del Vallés Occidental, la población no ha dejado de aumentar, bien sea por intensidad diferente, según los periodos. Entre 1960 y 1975 va tener el máximo crecimiento sobre todo, Sabadell y Terrassa; sin embargo, el quinquenio posterior (1976-1981) fue positivo, pero el crecimiento se muestra moderado por lo que tendrá su incidencia en las poblaciones intermedias (Cerdanyola y Rubí entre otras). Por otra parte, se puede comprender el tipo de crecimiento también, por la superficie que cuenta con pendientes optimas para el crecimiento. Si se toma en cuenta la superficie de 580,98 km², de la cual 373 km² tiene pendientes <20 %, y 207 km² con pendientes de >20 % (Plan Territorial Metropolitano de Barcelona, 1998).

Dado que esta tendencia a perdido una dinámica demográfica que se mantuvo hasta la década 1981-1991. Durante este año la población del Vallés Occidental ha pasado de 598,324 a 649,699 habitantes, lo que representa un crecimiento absoluto del 8.6 % y una tasa de crecimiento promedio anual del 0.83 %. Lo que quiere decir que este incremento es superior al del conjunto de Cataluña, que es del 0.17 % (véase la Tabla 7-1).

Sin embargo, para el periodo del quinquenio de 1991-1996, el Vallés Occidental, empieza una tendencia de crecimiento relativamente hacia la disminución lo que significa en términos absolutos que fue de un 7,11 %, pero desde el punto de vista de la tasa de crecimiento promedio anual tuvo una evolución de 1,38 % respecto al periodo de 1981-1991 que fue de 0,83%. Quiere decir que aún es superior en el contexto catalán, cuando tiende a la baja en 0,10 % en el periodo 1991-1996.

Tabla 7-1. Evolución de población.

EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN, 1981-1991 y 1996.

Municipio	Población 1981	Población 1991	Población 1996	Variación (%) 1981- 1991	Variación (%) 1991- 1996	Tasa de crecimien- to anual acumulado 1981-1991	Tasa de crecimien- to anual acumulado 1991-1996
Badía del Vallés			16.085				
Barberá del Vallés	28.861	31.147	26.112	7,92	-16,17	0,77	-3,47
Castellar del Vallés	11.008	13.500	16.224	22,64	20,18	2,06	3,74
Castellbisbal	3.403	4.983	6.702	46,43	34,50	3,89	6,11
Cerdanyola del Vallés	50.885	56.612	51.305	11,25	-9,37	1,07	-1,95
Gallifa	72	88	157	22,22	78,41	2,03	12,28
Matadepera	2.376	4.746	6.362	99,75	34,05	7,16	6,04
Montcada i Reixac	25.625	26.356	26.886	2,85	2,01	0,28	0,40
Palau de Plegamans	4.209	7.479	10.393	77,69	38,96	5,92	6,80
Polinyà	2.321	3.385	4.246	45,84	25,44	3,85	4,64
Rellinars	151	235	343	55,63	45,96	4,52	7,86
Ripollet	26.133	26.782	29.155	2,48	8,86	0,25	1,71
Rubí	43.839	50.405	55.728	14,98	10,56	1,41	2,03
Sabadell	186.123	189.404	184.859	1,76	-2,40	0,17	-0,48
San Cugat del Vallés	30.633	38.937	50.529	27,12	29,78	2,43	5,35
Sant Llorenç Savall	1.984	1.956	2.027	-1,41	3,63	-0,14	0,72
Sant Quirze del Vallés	5.115	9.046	11.287	76,85	24,77	5,87	4,53
Santa Perpètua de M.	13.549	16.792	18.233	23,94	8,58	2,17	1,66
Sentmenat	3.674	4.582	5.363	24,71	77,04	2,23	3,20
Terrassa	155.614	158.063	165.654	1,57	4,80	0,16	0,94
Ullastrell	757	939	1.021	24,04	8,73	2,18	1,69
Vacarisses	443	863	2.084	94,81	141,48	6,90	19,28
Viladecavalls	1.549	3.399	5.155	119,43	51,66	8,18	8,68
Vallés Occidental	598.324	649.699	695.910	8,59	7,11	0,83	1,38
Cataluña	5.956.414	6.059.494	6.090.040	1,73	0,50	0,17	0,10

Fuente: Cataluña comarcal. Anuario Económico, 1994. Caixa de Cataluña, 1994 y cálculos propios.

La tendencia anterior, según la Tabla 7-1, ha perdido en la dinámica demográfica pero se ha mantenido en la década 1981-1991. Durante estos años la población del Vallés Occidental ha pasado de 598.324 a 649.699 habitantes, cosa que representa un crecimiento absoluto del 8,6 % y una tasa de crecimiento anual de 0,83 %. Este incremento es superior al del conjunto catalán, que es de 0,17 %. Sin embargo, por municipios, no se apartan de la tendencia comarcal, salvo San Llorenç Savall, el único municipio que presenta una evolución de signo negativo que ha disminuido su población en un 1,4 %, lo que representa un decremento anual del 0,14 %.

Por su parte, algunos municipios en el periodo de 1981-1991, y en sentido contrario de lo expuesto anteriormente, Viladecavalls, Matadepera, Vacarisses, Palau de Plegamans y San Quirze del Vallés tienen, el mismo periodo, los incrementos más importantes, con unas tasas anuales de crecimiento que superan el 5 %.

Mientras que las dos ciudades que componen las capitales de la comarca experimentan un estancamiento. Por ejemplo, Sabadell presenta una tasa de crecimiento anual idéntica a la de Cataluña (0,17 %), y Terrassa tiene una tasa ligeramente más baja que la catalana (0,16 %). Ripollet, Motcada i Reixac y Barberá del Vallés, municipios tradicionalmente receptores de un gran volumen de emigrantes, también presentan una población estabilizada en este periodo, con tasas anuales inferiores a 1 %. No obstante, el resto de municipios han experimentado un crecimiento de población a unos ritmos anuales que oscilan entre 1 y el 5 %.

Sin embargo, para el quinquenio de 1991-1996, los municipios que han tenido un incremento importante en las tasas anuales por encima del 5 % se encuentran: Castellbisbal, Gallifa, Matadepera, Palau de Plegamans, Rellinars, San Cugat del Vallés, Vacarisses, Viladecavalls. Al tiempo que existe también otra tendencia que rebasa el 5 % de la tasa de crecimiento, entre estos, son dos municipios de la lista anterior, como Gallifa y Vacarisses que superan el 10 % de crecimiento promedio anual.

Siguiendo los datos de la Tabla 7-1, el Vallés está ganando población en términos absolutos; ya que ha pasado de 1991-1996 de 649,699 a 695,910 habitantes con un crecimiento de 7,11 % y una tasa anual de 1,38 %, lo que quiere decir que aún es superior al promedio catalán. Pero por otra parte, se tienen tres municipios con crecimiento negativo: Barberá del Vallés (-16,17 %), Cerdanyola del Vallés (-9,37 %) y Sabadell (2,40 %), con sus respectivos decrementos en promedio anual: (-3,47 %; -1,95 %; -0,48 %).

Para el caso de las dos capitales, están teniendo un estancamiento Sabadell con crecimiento negativo (-0,48), mientras que Terrassa sigue disminuyendo (0,94 %). Por otra parte, otros municipios que tienen una tasa de crecimiento anual menos del 1 %, se encuentran en Montcada i Reixac y Sant Llorenç Savall. No obstante, existen municipios que han experimentado unos ritmos de crecimiento anuales que oscilan entre 1 y 5 %.

7.5. Población Ocupada en la Industria y en el Terciario

El número de la Población Económicamente Activa (PEA) del Vallés Occidental en el año de 1991 era de 288.703, lo que la diferencia de la población total, representa una tasa global de actividad del 56,99 %, superior a la mediana catalana (53,88 %). Sin embargo, los municipios que presentan valores más altos son Polinyà y San Quirze del Vallés. En cambio, a Rellinars le corresponde la tasa de actividad más baja (Anuari estadístic de Catalunya, 1992).

Al hacer la comparación con los datos correspondientes al año 1981, se observa que el número de activos ha experimentado un incremento muy importante tanto en la comarca como en el conjunto de Cataluña (25,31 y 18,75 %). Pero, la población ocupada del Vallés Occidental representa en el año 1991 un 10,5 % del total de Cataluña, cuando en el año 1986 era del 9,7 %.

Por sectores de actividad, la proporción más grande de ocupados corresponden al sector terciario (un 46,38 %), seguido del secundario, ligeramente inferior (44,62 %). Por su parte el proceso relativo de la terciarización de la comarca se debe considerar en relación con el proceso de transformación de las actividades industriales, que tradicionalmente han construido la base productiva del Vallés Occidental, en especial de algunos municipios tales como Sabadell y Terrassa. Mientras que el número de ocupados del sector primario es quizá insignificante (en un 0,54 %) y los del sector de la construcción tampoco no representa una proporción importante (8,4 %). Con relación a Cataluña, la comarca es donde relativamente existen más industrias y menos del sector terciario.

Se tiene también que la tasa de desempleo del Vallés Occidental (relación entre desempleados y población activa), en 1991 se mantiene en una situación más desfavorable que la catalana (17,75 y 14,19 %) y que va en relación con los datos de 1981 lo que significa que la media ha disminuido. Mientras que la tasa de desempleo más elevada más del 20 %, corresponde a los municipios de Sant Llorenç Savall, Terrassa y Barberá del Vallés (véase la Tabla 7-2).

Tabla 7-2. Población Activa.

POBLACIÓN ACTIVA, OCUPADA Y DESEMPLEADA, 1981-1991.

<i>Municipio</i>	<i>Población 16 años y más</i>	<i>Población activa</i>	<i>Población Ocupada</i>	<i>Desempleados</i>	<i>% actividad</i>	<i>% ocupación</i>	<i>% desempleo</i>
1991							
Barberá del Vallés	23.186	14.102	11.275	2.827	60,82	79,95	20,05
Castellar del Vallés	10.449	6.031	5.122	909	57,72	84,93	15,07
Castellbisbal	3.794	2.297	2.069	228	60,54	90,07	9,93
Cerdanyola del Vallés	42.393	24.692	20.682	4.010	58,25	83,76	16,24
Gallifa	70	42	35	7	60,00	83,33	16,67
Matadepera	3.624	2.085	1.897	188	57,53	90,98	9,02
Montcada i Reixac	20.613	11.236	9.376	1.860	54,51	83,45	16,55
Palau de Plegamans	5.603	3.415	3.063	352	60,95	89,69	10,31
Polinyà	2.436	1.642	1.393	249	67,41	84,84	15,16
Rellinars	193	83	70	13	43,01	84,34	15,66
Ripollet	20.597	11.892	9.690	2.202	57,74	81,48	18,52
Rubí	37.978	22.684	19.006	3.678	59,73	83,79	16,21
Sabadell	151.628	84.607	68.763	15.844	55,80	81,27	18,73
Sant Cugat del Vallés	30.074	17.583	15.726	1.857	58,47	89,44	10,56
Sant Llorenç Savall	1.612	804	616	188	49,88	76,62	23,38
Sant Quirze del Vallés	6.695	4.294	3.778	516	64,14	87,98	12,02
Santa Perpetua de M.	12.472	7.535	6.275	1.260	60,42	83,28	16,72
Sentmenat	3.574	2.106	1.853	253	58,93	87,99	12,01
Terrassa	125.555	69.169	54.753	14.416	55,09	79,16	20,84
Ullastrell	776	423	386	37	54,51	91,25	8,75
Vacarisses	717	383	327	56	53,42	85,38	14,62
Viladecavalls	2.559	1.598	1.299	299	62,45	81,29	18,71
Vallés Occidental	506.958	288.703	237.454	51.249	56,99	82,25	17,75
Cataluña	4.878.415	2.628.387	2.255.430	372.957	53,88	85,81	14,19
1981:							
Terrassa	109.801	59.611	43.795	14.554	54,29	73,46	24,41
Sabadell	129.702	70.084	50.193	18.297	54,03	71,61	26,10
Vallés Occidental	416.312	230.381	165.292	52.804	55,33	71,74	22,92
Cataluña	4.276.067	2.213.381	1.778.217	381.820	51,75	80,34	17,25
Variación 1981-1991 (%)							
Terrassa	14,34	16,03	25,02	-0,94	1,47	7,75	-14,62
Sabadell	16,90	20,72	36,99	-13,40	3,27	13,48	-28,23
Vallés Occidental	21,68	25,31	43,65	-2,94	3,00	14,65	-22,55
Cataluña	14,08	18,75	26,83	-2,32	4,11	6,80	-17,73

Fuente: Cataluña comarcal. Anuario Económico, 1994. Caixa de Cataluña, 1994.

Entre los municipios se permite agrupar una tipología, que en la mayoría de ellos, tiene una proporción de ocupados en el sector primario muy pequeña. Por lo que la diferencia entre ellos presentan una tendencia hacia el sector terciario como son los siguientes municipios: Cerdanyola del Vallés, San Cugat del Vallés, Sant Quirze del Vallés, Matadepera y Vacarisses. Mientras los que destacan por ser más industriales se encuentran: Castellar del Vallés, Castellbisbal, Montcada i Reixac, Palau de Plegamans, Polinyà, Sentmenat, Ripollet, Rubí y Santa Perpètua de Mogoda (véase Tabla 7-3).

Tabla 7-3. Estructura Sectorial.

Estructura sectorial de la población ocupada, 1991.

<i>Municipio</i>	<i>Agricultura, ganadería y pesca</i>	<i>Industria</i>	<i>Construcción</i>	<i>Servicios</i>
Barberá del Vallés	0,35	44,64	9,48	45,53
Castellar del Vallés	1,07	48,26	8,41	42,25
Castellbisbal	3,14	52,78	7,10	36,97
Cerdanyola del Vallés	0,19	38,78	8,75	52,28
Gallifa	11,43	17,14	5,71	65,71
Matadepera	1,42	36,37	4,32	57,88
Montcada i Reixac	0,45	47,77	8,20	43,58
Palau de Plegamans	2,12	50,83	6,86	40,19
Polinyà	1,72	62,74	4,95	30,58
Rellinars	4,29	31,43	20,00	44,29
Ripollet	0,32	49,58	10,52	39,59
Rubí	0,45	52,04	10,22	37,28
Sabadell	0,32	44,71	8,06	46,92
Sant Cugat del Vallés	0,66	31,31	6,62	61,41
Sant Llorenç Savall	3,90	40,26	10,71	45,13
Sant Quirze del Vallés	0,74	39,62	5,13	54,50
Santa Perpetua de M.	1,04	51,35	6,92	40,70
Sentmenat	2,75	55,80	10,20	31,25
Terrassa	0,39	44,80	8,90	45,90
Ullastrell	18,13	33,94	6,48	41,45
Vacarisses	3,06	34,56	11,31	51,07
Viladecavalls	1,08	44,03	10,24	44,65
Vallés Occidental	0,54	44,62	8,47	46,38
Cataluña	3,68	36,19	8,23	51,90

Fuente: Cataluña comarcal. Anuario Económico, 1994. Caixa de Cataluña, 1994.

Pese a la población distribuida en los municipios anteriores de forma dispersa o disgregada, existen dos municipios que divergen más de los resultados globales de toda la comarca, por ejemplo, Ullastrell y Gallifa, con un porcentaje de ocupados en el sector primario de 18,13 y 11,43 % respectivamente, y con un peso relativo de la población ocupada muy poco significativo. Pero cabe hacer énfasis en el municipio de San Cugat del Vallés, con un importante peso relativo del sector terciario (véase Tabla 7-3).

Siguiendo los datos que se han mostrado anteriormente, los sectores de actividad más afectados por el desempleo, según datos de marzo de 1992, son la industria textil, confección y vestido (27,1 %), asimismo, la construcción de maquinaria y material eléctrico (11,4 %) y el comercio y reparaciones (10,8 %), mientras el resto de los sectores de actividad mantienen proporciones de desempleados muy pequeños.

7.6. Características de la Actividad Económica

Como hemos dicho en líneas arriba, la comarca tiene cierta presencia en el sector industrial, pero con un desarrollo hacia el sector terciario en constante crecimiento. En este sentido se confirma aún más que, el Vallés Occidental es una comarca con una fuerte tradición industrial que se ha transformado paulatinamente para irse adaptando a las necesidades de cada periodo histórico en las últimas décadas. Abierto hacia una mayor diversificación de la producción con una inversión industrial respecto de Cataluña, entre 1988 y 1992 se han creado 1,433 empresas nuevas, mismas que han originado 20,001 nuevos lugares de trabajo.

En la Tabla 7-4, se aprecia que, existe una proporción de ocupados de la comarca en un determinado sector, es decir, sobre el total de ocupados de la misma comarca en relación con el número total de ocupados en Cataluña. En consecuencia, el Vallés Occidental obtiene un coeficiente igual a 1,23 % en el sector industrial, lo que nos indica que tiene una especialización relativa. Asimismo, la construcción ocupa un lugar que destaca de la comarca que supera ligeramente la unidad (1,03). Sin embargo, lo que corresponde al sector de agricultura, ganadería y pesca con (0,15) la distingue de poca representación en la comarca, lo mismo que los servicios tienen un coeficiente inferior a la unidad (0,89).

La tendencia que hemos apreciado en la comarca, según los datos analizado en el periodo de 1981-1991, ya es un echo evidente que tiene una presencia mayor en la industria, sobre todo, significa una vinculación fundamental para fortalecer la región metropolitana de Barcelona. Y destaca en este sector debido al desarrollo histórico que ha tenido a lo largo de varias décadas. Sin embargo, en paralelo le sigue también en importancia los servicios, con una fuerte presencia en varios de los municipios que conforman el Vallés Occidental, destaca con un porcentaje de más del 30 %.

Asimismo, se puede observar que la inversión industrial registrada en el Vallés en el año 1992 es de 26.103,6 millones de pesetas, lo que representa un 23,23 % del total catalán. Esta inversión se ha distribuido entre 277 nuevos establecimientos industriales y 81 para la ampliación de instalaciones existentes.

Tabla 7-4. Coeficiente de especialización.

COEFICIENTE DE ESPECIALIZACIÓN RELATIVA DE LOS PRINCIPALES SECTORES, 1991.

Municipio	Agricultura, ganadería y pesca	Industria	Construcción	Servicios
Barberá del Vallés	0,09	1,23	1,15	0,88
Castellar del Vallés	0,29	1,33	1,02	0,81
Castellbisbal	0,85	1,46	0,86	0,71
Cerdanyola del Vallés	0,05	1,07	1,06	1,01
Gallifa	3,11	0,47	0,69	1,27
Matadepera	0,39	1,01	0,53	1,12
Montcada i Reixac	0,12	1,32	1,00	0,84
Palau de Plegamans	0,58	1,40	0,83	0,77
Polinyà	0,47	1,73	0,60	0,59
Rellinars	1,17	0,87	2,43	0,85
Ripollet	0,09	1,37	1,28	0,76
Rubí	0,12	1,44	1,24	0,72
Sabadell	0,09	1,24	0,98	0,90
Sant Cugat del Vallés	0,18	0,87	0,80	1,18
Sant Llorenç Savall	1,06	1,11	1,30	0,87
Sant Quirze del Vallés	0,20	1,10	0,62	1,05
Santa Perpetua de M.	0,28	1,42	0,84	0,78
Sentmenat	0,75	1,54	1,24	0,60
Terrassa	0,11	1,24	1,08	0,88
Ullastrell	4,93	0,94	0,79	0,80
Vacarisses	0,83	0,95	1,37	0,98
Viladecavalls	0,29	1,22	1,24	0,86
Vallés Occidental	0,15	1,23	1,03	0,89

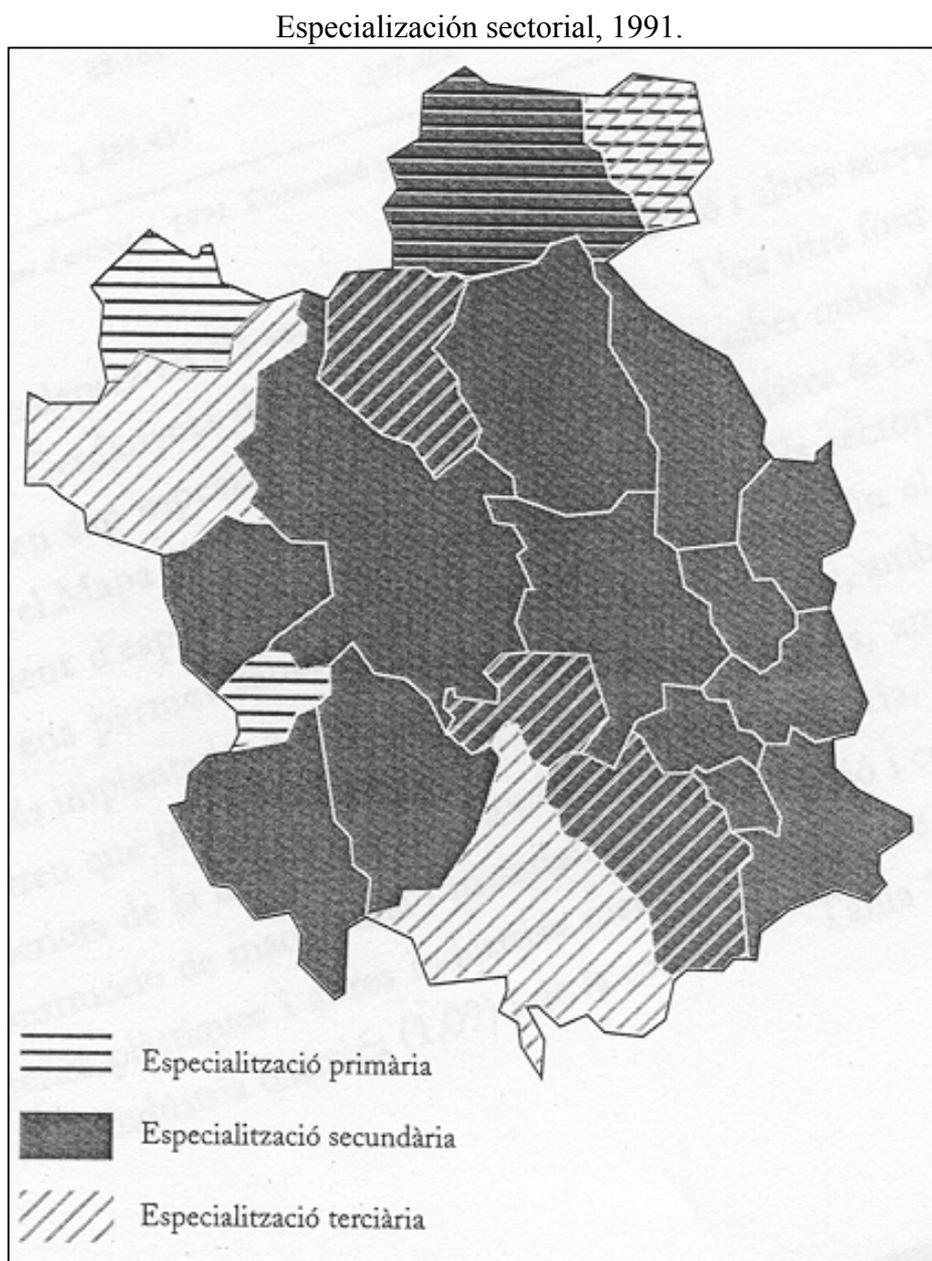
Fuente: *Cataluña comarcal. Anuario Económico, 1994. Caixa de Cataluña, 1994.*

Siguiendo el análisis particularizado por municipio se puede establecer una tipología de especialización productiva de la comarca. Esto implica que, más de la mitad de los municipios están especializados en el sector industrial, ya sea de forma exclusiva, o bien junto con el sector de la construcción. Este proceso seguía de manera estricta al modelo de especialización sectorial de la comarca; entre los municipios que aun mantienen el modelo se encuentran: Barberá del Vallés, Castellar del Vallés, Montcada i Reixac, Ripollet, Rubí, Sentmenat, Terrassa y Viladecavalls. Pero, por otra parte, los que tienen una especialización exclusivamente industrial son Castellbisbal, Palau de Plegamans, Polinyà, Sabadell y Santa Perpètua de Mogoda (Estadística de Síntesi: Estadística comarcal i municipal, 1991, 1992).

Sant Cugat del Vallés muestra una clara especialización terciaria. Sin embargo, cabe destacar en este proceso que es una clara especialización del sector económico terciario. Lo es también en el mismo sentido Ullastrell, pero, con un elevado coeficiente del sector primario, además, porque es el único municipio de la comarca especializado en este sector. Para los casos de Gallifa y Rellinars con presencia en la agricultura son diferentes, porque para el primero lo comparte con el terciario, y el segundo, con la construc-

ción. Vacarisses presenta una especialización en el sector de la construcción y Matadepera en los sectores terciario y secundario. En los casos de Cerdanyola el Vallés y Sant Llorenç Savall no presentan ninguna especialización sectorial claramente definida (véase Mapa 7-1).

Mapa 7-1. Especialización Sectorial del Vallés Occidental.



Fuente: anuario económico, 1994... Op.cit.

7.7. La Movilidad Urbana como Elemento que Incide en el Crecimiento Metropolitano del Vallés Occidental

Cabe hacer una aclaración respecto al procedimiento que hemos utilizado. A partir de los desplazamientos que se producen durante el día, nos interesa destacar los que se establecen por motivos de trabajo y estudio. Este tipo de desplazamiento se obtendrá, por medio de la encuesta domiciliaria y movilidad obligada: 1986, 1991 y 1996 en el área metropolitana del Vallés Occidental (Dinàmiques Metropolitanes al'Àrea i la Regió de Barcelona, 1995), tal como los datos nos lo presentan, es decir, las referencias estadísticas, que al final haremos las comparaciones con el territorio. Y para el caso que nos interesa serán desde un punto de vista del número de desplazamientos y su tendencia hacia qué dirección y dónde se concentra, por un lado; el desarrollo que reciben tanto del transporte o los modos de transportes como de la red viaria en general vía movilidad, por el otro.

De los elementos a considerar en la explicación del crecimiento metropolitano están el transporte, la red viaria y la movilidad obligada. En esta ocasión sólo nos referiremos a analizar la movilidad que directamente incide en la transformación del territorio. Con algunos componentes y fragmentos de piezas que van tejiendo progresivamente los espacios territoriales construidos; como aquellas instancias que integran el suelo y sus delimitaciones físicas. En tanto el objeto parcializado y urbanizado que transforma la propia estructura del territorio se convierte en una dinámica de factores que inciden en el suelo urbano. Extiende lo edificado más allá de la división espacial y, es allí donde interviene la movilidad para funcionalizar el territorio en construcción.

Si tomamos en cuenta que el área metropolitana del Vallés Occidental evoluciona en tres direcciones, tendríamos: primero, el crecimiento, es decir, la transformación espacial hacia una integración territorial con los municipios que se encuentran dentro de su zona de influencia, expresada de manera funcional. Segundo, la población, las actividades productivas, los servicios, la infraestructura, la red viaria y los transportes logran una dinámica que cada vez se van expandiendo sobre el territorio y; por último, un tercer elemento, que al conformarse la urbanización y establecer sus rasgos desde la óptica de la traza del suelo urbanizado, se diluyen y difunden las transformaciones en toda el área metropolitana, entretejiendo edificaciones y emplazamientos delimitados por la jerarquización interna del Vallés Occidental.

En efecto, si las expresiones de la forma urbana en crecimiento nos explican la acomodación de las piezas en el territorio, entonces serán éstas las que diversificadas, segregadas y en expansión indicarán una irradiación hacia el área metropolitana; en consecuencia podemos esperar que se combinen en un tejido complejo para diluirse en diferentes direcciones. Unas que se especializan por la jerarquía de la ciudad central: terciario; otras por las segundas residencias y; tercero, por la descentralización industrial. Sin embargo, con la combinación del tejido anterior también resulta así una influencia que irradia sobre todo el espacio territorial: hacia los demás municipios. Esta dinámica permite un incremento de la movilidad, al tiempo que incide sobre la red viaria en expan-

sión y en constante estructuración gracias a los modos de transporte que la articula y funcionaliza.

Las formas múltiples de transformación espacial que han venido expresándose en el territorio metropolitano del Vallés Occidental, tienen cierta similitud con lo que hoy presenta Barcelona, y coincidiendo con Oriol Nelo, cuando menos, en las dos últimas décadas, se han acelerado en el área donde se concentra tanto la población como las diferentes actividades económicas: la dispersión de habitantes, las formas de producción, la ubicación de los servicios, la ocupación del suelo, los hábitos de consumo, dotación de infraestructura y las actividades de ocio, actualmente han entrado en una dinámica de alteraciones de manera acelerada. Y estos cambios, por supuesto, han venido a incidir en las pautas, dirección e intensidad de la movilidad sobre el territorio (Nel-lo, 1995).

Por supuesto, existen unos parámetros con los cuales podríamos estar coincidiendo, es decir, al interior del área urbana y que condicionan de alguna manera el crecimiento: la movilidad. Indudablemente, el proceso de descentralización industrial, el crecimiento de las llamadas segundas residencias, la localización de los nuevos sectores productivos y por último la reestructuración de las infraestructuras, la red viaria y los transportes están provocando directamente unas dinámicas de reestructuración de los usos del suelo y la integración territorial. Procesos que especifican el crecimiento del área metropolitana del Vallés hoy día.

Este proceso tiene como objetivo fundamental “... *incorporar suelo al patrimonio metropolitano con el fin de disponer de los terrenos suficientes para llevar a cabo el planeamiento y ordenación de la construcción de viviendas protegidas, la ubicación de equipamientos y servicios, la creación de zonas verdes y desarrollo de actividades económicas...*” (Memoria de actuaciones, 1995). He aquí el elemento que estructura el territorio de manera directa: el sector residencial en los municipios que más vínculos tienen con relación a la ciudad central. La continuidad de la edificación que junto a las parcelaciones espaciales, conforman lo que el territorio es parte constitutiva del área metropolitana. En este esquema de producción de la ciudad o más correctamente del área metropolitana en expansión, se va estructurando de manera dependiente y dinámica una influencia con las infraestructuras de la urbanización, la red viaria y el soporte físico de los modos de transportes, que juntos constituyen las condiciones necesarias para la movilidad urbana.

Es importante destacar que, en el periodo 1986-1991 la movilidad de la población del Vallés Occidental por motivos de trabajo ha experimentado un incremento muy importante; los viajes intracomarcales han aumentado de un 32,9 % y han contribuido a la intercomunicación e integración de los municipios, así como de los viajes intercomarcales en relación con las comarcas metropolitanas han tenido un aumento que significa el 58,4 %. Pero dentro de este marco, existen flujos de movilidad más importantes; por ejemplo, dentro de este grupo los que se dirigen hacia Barcelona, el Baix de Llobregat y el Vallés Oriental.

Pero, el aumento de los flujos de movilidad se relacionan directamente con la pérdida de autosuficiencia de la comarca (tanto de la población ocupada residente como de los lugares de trabajo localizados en el municipio), lo que implica que cada vez más la po-

blación ocupada residente en un municipio ocupe lugares de trabajo localizados en otros municipios de la comarca o fuera, incluso viceversa.

Tabla 7-5. Movilidad Obligada por desplazamientos residencia-trabajo, 1991 y 1996.

Vallés Occidental	1991			Medios de transportes				
	Total	% varia- ción	Tasa acumulada	Hombres	Mujeres	Colectivo	Privado	Otros
Desplazamiento intercomarcal	46221	5,7		33706	12515	15142	29845	1234
Desplazamiento intracomarcal	48990	6,0	1,2	37080	11910	13796	33688	1506
Vallés Occidental	1996							
	Total	% varia- ción de 1991- 1996	Tasa acumulada 91-96 (%)	Hombres	Mujeres	Colectivo	Privado	Otros
Desplazamiento intercomarcal	53373	15,47	2,9	36952	16421	14185	39073	115
Desplazamiento intracomarcal	66548	35,84	6,3	49162	17386	12601	53505	442

Fuente: <http://www.idescat.es> y cálculos propios.

Con respecto a la Tabla 7-5, se obtiene que, los desplazamientos intercomarcales redujeron su flujo relativamente, si tomamos en cuenta la década de 1981-1991 que fue del 33 %, mientras que para el quinquenio de 1991-1996 alcanzó a 15,5 %, sin embargo, (si tomamos en cuenta la media relativamente del periodo anterior), los desplazamientos intracomarcales también tuvieron una ligera disminución en el mismo periodo de 16,4 %, si se toma en cuenta que fue en la década anterior de 58 %. Qué nos indican estos valores, pues, que la población ocupada está desplazándose hacia otros municipios de la comarca o fuera de ella. En términos absolutos ha tenido un incremento para los desplazamientos inter e intracomarcal de 15,5 y 35,8 % respectivamente.

7.8. Comparaciones de la Movilidad Obligada en los años: 1991 y 1996

Ahora bien, para analizar este proceso y que nos explique la tendencia que va tomando la movilidad obligada, a nuestro juicio es similar a la que aplica Joaquim Clusa en su

análisis, un tanto en el proceder de su planteamiento cuantitativo, desde luego, para comprender las especificidades de la movilidad y su inserción en la transformación del territorio. Estudiaremos desde el punto de vista de las cifras de personas que tienen ocupación y que hacen viajes y se desplazan con relación a su residencia (Clusa, 1995). Esta estrategia de movimiento de personas de su residencia-trabajo, nos irá dando las pautas del crecimiento de la ciudad y las formas que adoptan el uso del suelo que a lo largo de 1981-1992 ha venido describiendo.

La variable movilidad en esta ocasión, nos servirá como una de las instancias que debe considerarse básico en la delimitación de la ciudad y/o el área metropolitana el cual nos referimos dentro de los límites territoriales de la conurbación. Tomando en cuenta que la movilidad obligada hace referencia a los motivos por trabajo y estudio, se caracteriza por tener frecuencia y dirección en ambos sentidos (ida y regreso), es decir, residencia-trabajo y residencia-estudio. Donde de manera cuantitativa nos remite a ubicar el fenómeno de la movilidad y su desplazamiento hacia todo el ámbito metropolitano. Lo que significa en este sentido es que, con el proceso de integración, por cierto en paralelo la dispersión, se incrementa la movilidad obligada y no obligada, y provoca una exacerbación de las necesidades de la movilidad de la población sobre el territorio (Nel.Lo, 1998).

El procedimiento utilizado para enmarcar los datos en nuestra investigación, es similar a la que describe la movilidad obligada residencia-trabajo de “*Dinàmiques metropolitanes a L’area i la regió de Barcelona*” (1995) de la Mancomunidad de Municipios. Donde, la movilidad obligada por el número de personas que se desplazan es equivalente al número de viajes-origen en un solo sentido (véase Tabla 7-6). De ahí que, los flujos diarios y especialmente los de residencia-trabajo condicionan más el alcance territorial de la ciudad o en este caso del área metropolitana. Mientras que el tiempo máximo de desplazamiento al trabajo constituye un indicador básico sobre la extensión de la ciudad y, además, está condicionada por la oferta de transporte, de la red viaria y de la infraestructura, son los que directamente están incidiendo en la estructuración del territorio (Véase Tabla 7-7, 8 y 9).

La relación que hemos seguido para detectar los flujos de residencia-trabajo – movilidad obligada– en el ámbito del área metropolitana del Vallés Occidental (con respecto a la comarca) se adapta a las siguientes variables (dinámicas metropolitanas..., 1995):

- Al conjunto de personas activas (población ocupada residente), que tienen una ocupación laboral y que allí residen. Con o sin lugar de trabajo.
- Lugares de trabajos localizados (LTL): un conjunto de personas ocupadas que ahí trabajan, aunque no tenga residencia allí mismo.
- Población ocupada residente que trabaja fuera del ámbito; es la movilidad exterior de salida.

- Puestos de trabajo localizados ocupados por no residentes. La movilidad exterior de entrada.

Tabla 7-6. Movilidad exterior de entrada.

Municipio	Total	Tasa de variación 91-96 (%)	Tasa acumulada 91-96 (%)	Hombres	Mujeres	Colectivo	Individual	Otros
Movilidad obligada por desplazamiento intercomarcal residencia-estudio... 1991.								
Vallés Occidental	30 144	100		14 688	15 404	17 459	7 752	4 933
Movilidad obligada por desplazamiento intercomarcal residencia-estudio... 1996.								
Vallés Occidental	28 382	-5,8	-1,2	13 427	14 955	18 174	9 099	1 109
Movilidad obligada por desplazamiento intracomarcal residencia-estudio... 1991.								
Vallés Occidental	37 870	100		18 268	19 602	22 063	10 254	5 553
Movilidad obligada por desplazamiento intracomarcal residencia-estudio... 1996.								
Vallés Occidental	23 976	-36,7	-8,7	12 350	11 626	14 742	8 358	876

Fuente: <http://www.idescat.es> y cálculos propios.

Tabla 7-7. Movilidad obligada por desplazamiento interno residencia-trabajo. Distribución por sexo y medio de transporte, 1991.

<i>Municipio</i>	Medios de transportes						
	<i>Hom- bres</i>	<i>Muje- res</i>	<i>Total</i>	<i>Colec- tivo</i>	<i>Indivi- dual</i>	<i>Otros</i>	<i>Total</i>
Barberá del Vallés	2638	1520	4158	254	1441	2463	4158
Castellar del Vallés	1697	948	2645	46	1375	1224	2645
Castellbisbal	861	507	1368	35	837	496	1368
Cerdanyola del Vallés	4660	2824	7484	666	3107	3711	7484
Gallifa	9	1	10	0	3	7	10
Matadepera	148	84	232	7	105	120	232
Montcada i Reixac	2938	1392	4330	520	1720	2090	4330
Palau de Plegamans	929	573	1502	55	966	481	1502
Polinyà	541	325	866	44	399	423	866
Rellinars	26	4	30	0	15	15	30
Ripollet	2616	1345	3961	170	1007	2784	3961
Rubí	7749	4303	12052	1068	6365	4619	12052
Sabadell	28688	17106	46394	8608	24170	13616	46394
Sant Cugat del Vallés	3712	2666	6378	537	2720	3121	6378
Sant Llorenç Savall	252	135	387	9	131	247	387
Sant Quirze del Vallés	509	367	876	30	445	401	876
Santa Perpetua de M.	1630	1012	2642	230	1156	1256	2642
Sentmenat	695	564	1259	33	465	761	1259
Terrassa	27620	15633	43253	4349	24536	14368	43253
Ullastrell	112	70	182	2	32	148	182
Vacarisses	86	42	128	0	56	72	128
Viladecavalls	203	106	309	11	154	144	309
Vallés Occidental	88319	51527	140446	16674	71205	52567	140446

Fuente: <http://www.idescat.es> y cálculos propios.

Nota: Los desplazamientos internos, son aquellos que tienen el origen y destino el propio ámbito. Incluye los escolares, estudiantes y ocupados que no se desplazan fuera de éste por tener la actividad en el propio ámbito.

Medios de transportes:

Colectivo: autobús, tren, metro, autobús de empresa, etc.

Privado: coche, moto o bicicleta.

Otros: a pie, no se desplaza y un reducido porcentaje de respuestas en blanco.

La movilidad de la población ocupada por razones de trabajo permite el conocimiento de la distribución territorial de la ocupación laboral, a partir de los flujos de desplazamientos entre el lugar de residencia y el lugar de trabajo.

Tabla 7-8. Movilidad obligada por desplazamiento interno residencia-trabajo. Distribución por sexo y medio de transporte, 1996.

<i>Municipio</i>	<i>Hom- bres</i>	<i>Muje- res</i>	<i>Total</i>	<i>Colec- tivo</i>	<i>Indi- vidual</i>	<i>Otros</i>	<i>Total</i>
Badía del Vallés	294	255	549	14	153	382	549
Barberá del Vallés	2189	1336	3525	62	1716	1747	3525
Castellar del Vallés	1609	835	2444	19	1533	892	2444
Castellbisbal	895	496	1391	17	963	411	1391
Cerdanyola del Vallés	3838	2696	6534	328	3074	3132	6534
Gallifa	14	3	17	0	9	8	17
Matadepera	153	130	283	7	194	82	283
Montcada i Reixac	2362	1200	3562	245	1674	1643	3562
Palau de Plegamans	967	681	1648	29	1222	397	1648
Polinyà	524	327	851	18	503	330	851
Rellinars	18	5	23	1	10	12	23
Ripollet	2422	1215	3637	43	1214	2380	3637
Rubí	7007	4400	11407	779	6873	3755	11407
Sabadell	23664	16665	40329	5756	22726	11847	40329
Sant Cugat del Vallés	3528	2880	6408	314	3383	2711	6408
Sant Llorenç Savall	246	152	398	0	174	224	398
Sant Quirze del Vallés	501	343	844	14	493	337	844
Santa Perpetua de M.	1529	959	2488	79	1436	973	2488
Sentmenat	617	635	1252	16	649	587	1252
Terrassa	25314	15910	41224	3574	25284	12366	41224
Ullastrell	88	56	144	3	60	81	144
Vacarisses	78	76	154	0	122	32	154
Viladecavalls	206	144	350	13	237	100	350
Vallés Occidental	78063	51399	129 462	11 331	73702	44 429	129 462

Fuente: <http://www.idescat.es> y cálculos propios.

Tabla 7-9. Variación de movilidad urbana interna por sexo y medios de transporte: residencia-trabajo, 1991-1996.

Municipio	Medios de transportes							
	Total	Variación (%)	Tasa acumulada anual	Hombres	Mujeres	Colectivo	Individual	Otros
1991								
Vallés Occidental	140 446	100		88319	51527	16674	71205	52567
1996								
Vallés Occidental	129 462	-7,8	-1,6	78 063	51 399	11 331	73 702	44 429

Fuente: Cálculos propios.

Tabla 7-10. Movilidad obligada por desplazamiento interno residencia-estudio. Distribución por sexo y medio de transporte. 1986.

Municipio	Total	Hombres	Mujeres	Colectivo	Individual	Otros
Badía del Vallés						
Barberá del Vallés	5277	2749	2528	160	44	5073
Castellar del Vallés	2047	375	418	526	236	31
Castellbisbal	781	423	358	6	10	765
Cerdanyola del Vallés	12377	6240	6137	725	389	11263
Gallifa	0	0	0	0	0	0
Matadepera	401	232	169	46	135	220
Montcada i Reixac	4772	2433	2339	223	84	4465
Palau de Plegamans	857	474	383	8	182	667
Polinyà	485	256	229	5	10	470
Rellinars	0	0	0	0	0	0
Ripollet	5962	3063	2899	11	17	5934
Rubí	10751	5532	5219	380	102	10269
Sabadell	41255	20944	20311	6255	1881	33119
Sant Cugat del Vallés	7745	3943	3802	2896	1031	3818
Sant Llorenç Savall	257	126	131	0	28	229
Sant Quirze del Vallés	715	391	324	8	71	636
Santa Perpetua de M.	2985	1503	1482	9	12	2964
Sentmenat	741	374	367	24	54	663
Terrassa	35826	18261	17565	2089	1985	31752
Ullastrell	131	78	53	0	4	127
Vacarisses						
Viladecavalls						
Vallés Occidental	133 365	67 397	64 714	13 371	6 275	112 465

Fuente: <http://www.idescat.es> y cálculos propios.

Tabla 7-11. Movilidad obligada por desplazamiento interno residencia-estudio. Distribución por sexo y medio de transporte, 1991.

<i>Municipio</i>	<i>Total</i>	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Colectivo</i>	<i>Individual</i>	<i>Otros</i>
Badía del Vallés						
Barberá del Vallés	4609	2341	2268	232	87	4290
Castellar del Vallés	2172	112	1060	85	368	1719
Castellbisbal	717	400	317	179	56	482
Cerdanyola del Vallés	12587	6356	6231	1941	870	9776
Gallifa	0	0	0	0	0	0
Matadepera	546	294	252	57	288	201
Montcada i Reixac	4452	2265	2187	590	244	3618
Palau de Plegamans	1292	702	590	121	384	787
Polinyà	495	266	229	22	34	439
Rellinars	0	0	0	0	0	0
Ripollet	5338	2645	2693	93	114	5131
Rubí	10394	5367	5027	1165	758	8471
Sabadell	35970	18085	17885	8153	3399	24218
Sant Cugat del Vallés	7329	3756	3573	3121	1337	2871
Sant Llorenç Savall	224	120	104	9	35	180
Sant Quirze del Vallés	892	458	434	111	248	533
Santa Perpetua de M.	3383	1753	1630	107	225	3051
Sentmenat	748	387	361	66	92	590
Terrassa	31233	15834	15399	4367	3929	22937
Ullastrell	76	45	31	1	7	68
Vacarisses	56	25	31	1	19	36
Viladecavalls	315	155	160	28	33	254
Vallés Occidental	122 828	61 366	60 462	20 449	12 527	89 652

Fuente: <http://www.idescat.es> y cálculos propios.

Tabla 7-12. Movilidad obligada por desplazamiento interno residencia-estudio. Distribución por sexo y medio de transporte, 1996.

Municipio	Total	Hombres	Mujeres	Colectivo	Individual	Otros
Badía del Vallés	2607	1315	1292	10	23	2574
Barberá del Vallés	3156	1601	1555	32	72	3052
Castellar del Vallés	2393	1209	1184	31	447	1915
Castellbisbal	837	437	400	245	43	549
Cerdanyola del Vallés	9471	4801	4670	1596	994	6881
Gallifa	0	0	0	0	0	0
Matadepera	674	342	332	21	388	265
Montcada i Reixac	3874	1934	1940	369	372	3133
Palau de Plegamans	1638	861	777	40	674	924
Polinyà	424	229	195	6	29	389
Rellinars	1	0	1	0	1	0
Ripollet	4640	2316	2324	29	176	4435
Rubí	8983	4659	4324	1612	772	6599
Sabadell	31214	15363	15851	5907	3337	21970
Sant Cugat del Vallés	7520	3855	3665	2649	1963	2908
Sant Llorenç Savall	181	94	87	0	20	161
Sant Quirze del Vallés	1099	559	540	22	238	839
Santa Perpetua de M.	2775	1394	1381	38	263	2474
Sentmenat	653	326	327	69	110	474
Terrassa	28455	13976	14479	3997	3893	20565
Ullastrell	79	45	34	0	11	68
Vacarisses	112	59	53	67	11	34
Viladecavalls	383	176	207	28	31	324
Vallés Occidental	111 169	55 551	55 618	16 768	13 868	80 533

Fuente: <http://www.idescat.es> y cálculos propios.

Tabla 7-13. Variación de movilidad urbana interna por sexo y medios de transportes. Distribución por residencia y estudio, 1986-1991-1996.

Municipio	Total	% variación de 1986-1991-1996	Tasa acumulada 86-91-96	Hombres	Mujeres	Colectivo	Individual	Otros
Vallés Occidental (1986)	133 365	100		67 397	64 714	13 371	6 275	112 465
Vallés Occidental (1991)	122 828	-7,9	-1,6	61 366	60 462	20 449	12 527	89 652
Vallés Occidental (1996)	111 169	-9,5	-2,0	55 551	55 618	16 768	13 868	80 533

Fuente: Cálculos propios.

Tabla 7-14. Movilidad obligada por desplazamiento intercomarcal residencia-trabajo... 1991.

<i>Municipio</i>	<i>Total</i>	<i>Medios de transportes</i>				
		<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Colectivo</i>	<i>Individual</i>	<i>Otros</i>
Vallés Occidental	97 008	68 925	28 083	194 016	69 710	3 140

Movilidad obligada por desplazamiento intercomarcal residencia-trabajo... 1996.

Vallés Occidental	120 165	81 186	38 979	22 609	96 178	1 378
-------------------	---------	--------	--------	--------	--------	-------

Movilidad obligada por desplazamiento intercomarcal residencia-estudio... 1991.

Vallés Occidental	30 144	14 688	15 404	17 459	7 752	4 933
-------------------	--------	--------	--------	--------	-------	-------

Movilidad obligada por desplazamiento intercomarcal residencia-estudio... 1996.

Vallés Occidental	37 239	17 706	19 533	22 464	11 660	4 742
-------------------	--------	--------	--------	--------	--------	-------

Fuente: Cálculos propios.

De acuerdo con los valores que hemos obtenido, al parecer la tendencia de los desplazamientos de residencia-estudio inter-intracomarcal tienen valores negativos. Qué nos quieren decir estos datos, que los desplazamientos en el periodo de 1991-1996 está teniendo en la comarca una disminución o un crecimiento negativo respecto al periodo anterior, es decir, la década de 1981-1991. Lo mismo se puede apreciar en las tablas el crecimiento negativo de los desplazamientos internos residencia-trabajo con una variación de -7,8 % (Tabla 7-9) del mismo periodo, el quinquenio anterior. Sin embargo, la población en el mismo periodo tiene un crecimiento en la variación porcentual de 7,1 % y la tasa acumulada es de 1,4 % véase la Tabla 7-1.

Desde la perspectiva del desarrollo sostenible, hemos observado que existen algunos problemas medioambientales en las áreas metropolitanas tanto en el ámbito europeo y latinoamericano. Para el caso del primero, se dice que los problemas ambientales que se producen en la ciudad no proceden principalmente de la producción; proceden del consumo y, en especial, del tráfico. En consecuencia, las congestiones de tráfico ocasionan una pérdida de 2-3 % del PIB en los países de la UE y las infraestructuras correspondiente cubren un 10-15 % del espacio urbano (Voula, 1997). Para el caso de Barcelona podemos decir también que, a raíz de la salida de las industrias de la ciudad, que comenzó en los setenta, ha permitido una mayor dispersión de la localización residencial, industrial y otros servicios, conformando como lo llama Trullén: una red de ciudades que en su conjunto conforman un área metropolitana (Trullén, 1998).

7.9. Modelo de Difusión en el Vallés

Con base en los datos que hemos obtenido en las tablas anteriores, hemos llegado a la conclusión de que el Vallés occidental está adquiriendo un proceso de difusión de la población y de ocupación en el territorio. Existe una progresiva complejidad en la estructura urbana, como es un hecho constatado. En ese sentido, podemos hablar que el sistema urbano del Vallés puede llegar a convertirse en un territorio caótico de seguir la tendencia de difusión de su estructura a lo largo del área metropolitana. Como lo podemos constatar por medio de una formula matemática del análisis de la entropía, tomando como parámetros de la movilidad residencia-trabajo lo podemos confirmar, de la siguiente manera:

$$E = - \sum Pi x \text{Log } Pi$$

Donde E es la entropía del sistema.

Pi , es la variación del periodo intercensal.

$\text{Log } Pi$ es obtenida por la variación.

Esta ecuación matemática, fue utilizada por Joseph Roca C. (1999). Nosotros hemos adaptado siguiendo las características de la propia investigación. De ahí que, difiera de los planteamientos que llevó a cabo J. Roca. Sin embargo desde el propio planteamiento comprobamos lo que ya preveíamos desde un principio, aludido en capítulos anteriores.

El resultado a que llegamos corrobora la hipótesis que se ha planteado: la ciudad dispersa. Los resultados entonces, nos brindan datos que confirman lo anterior. Con base en los desplazamientos intercomarcales e intracomarcales de residencia-trabajo, se llegaron a los valores siguientes:

Según los datos intercomarcales, en 1991 fueron de una variación de 5,7 % frente a 1996 de 15,5 % (con datos de la Tabla 7-5), aplicando la ecuación de entropía con una base logarítmica de 10, se obtiene un valor de 18,5 % que ratifica la tesis de que la difusión de la ciudad sobre el territorio es un proceso vigente.

Pero al mismo tiempo, la actividad que existe de forma intermunicipal por motivos de trabajo viene incrementándose paulatinamente a razón de 23.87 % en el periodo Intercensal de 1991-1996 (véase la Tabla 7-13), misma que, crece en proporción a la decisión de familias que se reubican a las zonas distintas de la residencia-trabajo e independientemente si están o no próximas a su centro de trabajo. Este fenómeno ha originado un incremento más acuciante de las distancias recorridas; por otra parte, lo anterior trae

como consecuencia un aumento del automóvil en detrimento del transporte público, aunado al consumo de energía y materia que necesitan los vehículos para hacer los desplazamientos. De esta manera, concluimos que el actual modelo de movilidad está provocando un crecimiento disperso, difuso de la ciudad. Las ciudades que tienden hacia lógica de crecimiento podemos mencionar: Sabadell, Terrassa, San Cugat entre otros.

De lo anterior entonces, nos preguntamos ¿si existe una ciudad con base en la entropía, que evoluciona con orden dentro del caos? Pero también sabemos que hasta el momento no tenemos un concepto de entropía propio de la entropía para que nos permitiera analizar rigurosamente la organización científica del sistema. En tanto que la entropía sólo permite analizar la complejidad, la información media de un sistema, sin embargo, es incapaz por sí sola de determinar la existencia de ordenes ocultos dentro del caos.

El desarrollo del sistema urbano que han seguido hasta el momento algunas ciudades del área metropolitana del Vallés, se reconoce, siguiendo el análisis anterior, que una ciudad más que en su forma morfológica de estructura funcionalista, se puede percibir en estos momentos como una *red de redes* (Voula, 1997; Nel. Lo, 1997; Roca, 1999). Al mismo tiempo, se retoma de las características que otros investigadores han planteado al respecto que por su carácter funcional se explica por ser y tener un *área de cohesión, cohesión sobre cohesión, mercados de trabajo y centralidad sobre cohesión* (Nel. Lo, 1997).

Bibliografía

- *Anuari estadístic de Catalunya* (1992). Generalitat de Catalunya, 1992. Barcelona.
- *Anuario Económico, 1995*. Caixa de Catalunya, 1995.
- *Cataluña comarcal. Anuario Económico, 1994. Caixa de Catalunya, 1994*.
- Clusa, Joaquim (1995): “*La mobilitat obligada i els àmbits funcionals a la regió metropolitana de Barcelona*”. En Papers N° 24.
- *Dinàmiques Metropolitanes a l'àrea i la regió de Barcelona* (1995). Mancomunitat de municipis, Barcelona.
- Encuesta de la Regió Metropolitana de Barcelona 1990. *Condicions de vida i hàbits de la població*. Volum 11. *Dades estadístiques bàsiques de l'Enquesta de la Regió Metropolitana 1990*. Barcelona, (1993).
- *Estadístic comarcal i municipal, 1991*. Generalitat de Catalunya. Institut d'estadística de Catalunya. Barcelona.
- *Información obtenida de la página Web: <http://www.idescat.es>*
- *L'Economia del Vallés Occidental, de la indústria als serveis*. Ed. Caixa de Catalunya. Barcelona, (1990).
- Mega, Voula (1997): “*Utopías y eutopías de sostenibilidad urbana*”. Dossier de Quaderns de Tecnologia. Material fotocopiado. Barcelona.
- *Memoria de actuaciones, 1991-1995*”. Mancomunidad de Municipios del Área Metropolitana de Barcelona, 1995.
- Nel. Lo, O (1997): “*Los confines de la ciudad sin confines. Estructura urbana y límites administrativos en la ciudad difusa*”. Bellaterra, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Nel.lo, Oriol, (1998): “*El canvi social a la regió metropolitana de Barcelona: deu preguntes*”. En Dossier: La Barcelona metropolitana: economia i planejament. Revista econòmica de Catalunya. Col·legi d'Econmistes de Catalunya, 1997.
- Nel-lo, Oriol “*Dinàmiques territorials i mobilitat urbana a la regió metropolitana de Barcelona*”; en Revista Papers N° 24. Mancomunidad de Municipios. Barcelona, 1995.

- Plan Territorial Metropolitano de Barcelona (1998): *“Memorias”*. CD-Rom de las propuestas del Plan de octubre de 1998.
- Roca, Cladera Josep (1999): *“Evolució de l’estructura urbana a Catalunya”*. Impacte dels canvis experimentats en la distribució espacial de la població i la mobilitat per treball en el sistema català de ciutats. Centre de Política de sòl i Valoracions (CPSV). UPC.
- Salvador, Narcisa, Mora, Cristina y Salvat, Eduard (1997): *“La regió urbana funcional de Barcelona en el context europeu”*. En Dossier: La Barcelona metropolitana: economia i planejament. Revista econòmica de Catalunya. Col·legi d’Econmistes de Catalunya, 1997.
- Trullén, Joan (1998): *“Factors territorials de competitivitat de la Regió Metropolitana de Barcelona”*. En Dossier: La Barcelona metropolitana: economia i planejament. Revista econòmica de Catalunya. Col·legi d’Econmistes de Catalunya, 1997.

CAPÍTULO VIII

ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO Y MOVILIDAD DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PUEBLA.

8. ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PUEBLA

8.1. Delimitación Físico-Espacial

En este apartado exponemos, lo que corresponde el área metropolitana de la ciudad de Puebla, desde su aspecto físico-espacial hasta la relación que desarrolla con respecto a su evolución en el ámbito territorial: la red viaria, el transporte público y la movilidad urbana en lo fundamental. Sin embargo, para explicar un tanto el crecimiento de la ciudad hemos utilizado también junto a las tres instancias anteriores unos elementos que desde el punto de vista sectorial son fragmentos que también discurren en la trama urbana: el área industrial, el habitacional y el terciario. En efecto, tomaremos como premisa la zona física espacial de un territorio delimitado geográficamente por su influencia en el conjunto de catorce municipios que, a su vez, mantiene una interrelación económica, y depende administrativamente de la ciudad central (Puebla).

Asimismo, estructurar el tejido que se describe en los municipios entre sí: por movilidad (trabajo y estudio) y las que llevan a cabo los modos de transportes. Por otra parte, con respecto a los dos elementos anteriores se insertará la interrelación permanente que desarrolla el conjunto de municipios con vocación y características urbanas junto a la ciudad central. Resaltar el vínculo socioeconómico y político en virtud de la dependencia de éstos factores con respecto a Puebla, que de este proceso nos explicará como se consolida el núcleo hegemónico de la trama estructural, espacial y económica en todo el área metropolitana.

El proceso de crecimiento e incorporación de grandes extensiones de terrenos al Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla (AMCP) que antes era de tipo rural ha sido absorbido por el proceso de transformación de los usos del suelo, originariamente pertenecían al sector agrícola, sin embargo, las necesidades provocadas por la demanda de una mayor urbanización concentrada y centralizada (nos referimos al empleo, servicios, infraestructuras, población, industrias y viviendas*), y como resultado de esa urbanización se han integrado municipios con poco desarrollo urbano, pero con los elementos necesarios para consolidar y modificar el patrón de crecimiento del área metropolitana. Así se puede apreciar la evolución con respecto al periodo de los setenta hasta los noventa. Véase Tabla 8-1:

* El análisis también girará con respecto al apartado planteado para el caso de Barcelona, es decir, no desarrollaremos estas variables en su complejidad, ya que nuestra preocupación está más encaminada a los elementos del transporte y la movilidad; sin embargo, para el caso concreto de Puebla, el modelo matemático que planteamos en el siguiente capítulo –como ejemplo del desarrollo sostenible– va ser necesario utilizar un ejemplo de la evolución de los asentamientos urbanos, en este caso será la vivienda, como elemento clave para el crecimiento del área metropolitana.

Tabla 8-1 . Evolución del área metropolitana de la Ciudad de Puebla (AMCP), 1970-1990.

1970			1980			1990		
MUNICIPIOS	POBLACIÓN	KM ²	MUNICIPIOS	POBLACIÓN	KM ²	MUNICIPIOS	POBLACIÓN	KM ²
Amozoc	14,184	183.70	Amozoc	23,406	183.70	Amozoc	35,699	183.70
Cuatlaningo	11,452	33.17	Cuatlaningo	18,768	33.17	Coronango	20,628	37.00
Puebla	532,744	524.31	Huejotzingo	31,997	188.81	Cuaautinchán	4,946	136.50
San Pedro Cholula	36,226	51.03	Puebla	835,759	524.31	Cuaautlancin	29,091	33.17
San Martín T.	52,198	71.45	S. Martín T.	79,504	71.45	Domingo A.	4,438	10.22
Huejotzingo	22,303	188.81	San Miguel	6,272	29.35	Huejotzingo	41,802	188.81
			San Pedro	57,498	51.03	Juan C. B.	11,496	53.58
						Ocoyucan	17,768	68.89
						Puebla	1'054,921	524.31
						S. Andrés	37,791	68.89
						S. Martín T.	94,532	71.45
						San Miguel	7,464	29.35
						San Pedro	77,923	51.03
						Tlaltenango	4,338	37.00
	594,606	1052,47		1'053, 204	1081,82		1'442, 837	1493.9

Fuente: *Desarrollo Metropolitano análisis y perspectivas*, Sergio Flores, UAP, 1993; *Programa Regional de Ordenamiento Regional “Angelópolis”*, Gob. del Estado de Puebla, 1993; y *Políticas regionales y configuración espacial de la región centro de Puebla, 1970-1990*, Virginia Cabrera, 1994.

Por otra parte, con base en el proceso anterior, pese a que el Plan Director Urbano de la Ciudad de Puebla plantea una región metropolitana conformada hasta 1980 por quince municipios (dieciséis con la ciudad de Puebla), nueve del Estado de Puebla y seis del Estado de Tlaxcala (Flores G. Sergio, 1993), optamos por replantear algunos, dada la importancia que presentan con la ciudad central y excluir otros por múltiples razones de estrategias metodológicas; de ahí que, en 1980 sólo tengamos siete municipios incluyendo a Puebla, que de alguna manera tienen un vínculo dependiente y necesario con la ciudad de Puebla, y por cuestión de procedimiento de trabajo sólo incluimos catorce municipios, mismos que pertenecen al área metropolitana de Puebla, es decir, del mismo Estado*, prescindiendo de los seis de Tlaxcala. Véase Tabla 8-2.

* Llamamos *Estado* a la entidad política-jurídica de una porción geográfica del territorio mexicano cuya dependencia económica, política y administrativa se encuentra centralizadas en el D.F., aunque de manera formal presenta cierta tendencia hacia su propia autonomía, pero, aun queda un largo recorrido para que sea como tal; se caracteriza también por mantener una relación con el gobierno centralista de la ciudad capital del país, en sentido inverso a las comunidades autónomas en España. Éstas son más autónomas y mantienen una interrelación directa con sus habitantes.

Tabla 8-2. Municipios del Área Metropolitana de Puebla.

MUNICIPIO	ÁMBITO (del estado)	POBLACIÓN - 90	Superficie en KM ²	Densidad de Población h/km ²
1. – AMOZOC	Centro	35.738	183.70	194,5
2. – CORONANGO	Centro Este	20.576	37.00	556,1
3. – CUAUTINCHAN	Centro	4.947	136.50	36,2
4. – CUAUTLANCINGO	Centro Oeste	29.047	33.17	875,7
5. – DOMINGO ARENAS	Centro Oeste	4.438	10.22	434,2
6. – HUEJOTZINGO	Centro Oeste	41.792	188.81	221,3
7. - J.C. BONILLA	Centro Oeste	11.495	53.58	214,5
8. – OCOYUCAN	Centro Oeste	17.708	68.89	257,0
9. – PUEBLA	Centro Este	1,057.454	524.31	2016,8
10. – SAN ANDRÉS CHOLULA	Centro Oeste	37.788	68.89	548,5
11. – SAN MARTÍN TEXMELUCAN	Centro Oeste	94.471	71.45	1322,2
12. - SAN MIGUEL XOXTLA	Centro Este	7.478	29.35	254,8
13. – SAN PEDRO CHOLULA	Centro Este	78.177	51.01	1532,6
14. – TLALTENANGO	Centro Oeste	4.338	37.00	117,2
TOTAL		1'445,447	1493.88	967,6

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Puebla, 1991. Programa Regional de Ordenamiento Territorial, Memoria técnica, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades; Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, 1993.

Al menos se presentan dos elementos que ayudan e inciden en el crecimiento metropolitano de la ciudad de Puebla: el crecimiento de la población y la expansión física de las ciudades que están dentro de los límites del área metropolitana. Además, se fortalece una dependencia interurbana entre los municipios y la ciudad central promovida por la expansión de la red viaria y flujo constante de los transportes. En cuanto a la periferia de la ciudad de Puebla destaca la importancia que va desarrollando la población y el terciario que junto al desarrollo de la vialidad y el transporte interurbano son los que están jugando un papel importante para la consolidación del área, aquí nuevamente hemos coincidido con S. Flores. Las ciudades de Cholula, San Miguel Xoxtla, Huejotzingo, San Martín Texmelucan dan cuenta de la dependencia que presentan respecto a la ciudad de Puebla.

8.2. Los Cambios Territoriales y los Procesos de Integración Espacial

Las actividades que más han influido en la conformación del territorio metropolitano, mismas que la han ampliado, destacan por su importancia los sectores *industrial*, *servicios* y el *comercial*. Los municipios que antes se consideraban independientes en términos de crecimiento, hoy dependen más de la ciudad central para realizar sus múltiples actividades, por ejemplo, por las ventajas comparativas, de atracción, de intercambio, de mercados y se fortalecen sectores productivos dinámicos entre las más significativas: Huejotzingo (corredor industrial Quetzalcóalt), San Martín Texmelucan (ha recibido impulso industrial por la autopista México-Puebla), San Miguel Xotla (HYLSA rama metálica). En la ciudad de Puebla se concentra el comercio y el servicio (Flores, 1993).

Con base en los catorce municipios, cuya extensión territorial es 1493.88 km² (total del Estado de 33,919 km²), y una población de 1'445,747 habitantes (población estatal es de 4'126,101 habitantes); representa 1.8 veces mayor que el territorio metropolitano de Barcelona y en proporción poblacional de 2,8 veces menor respecto al AMB. La tendencia de crecimiento para el año 2000, según el Programa regional, con valoración en su hipótesis es de 1'942,160 habitantes y para el año 2010 a 2'369,422 habitantes (Programa de Reordenamiento Territorial, Puebla (1993)).

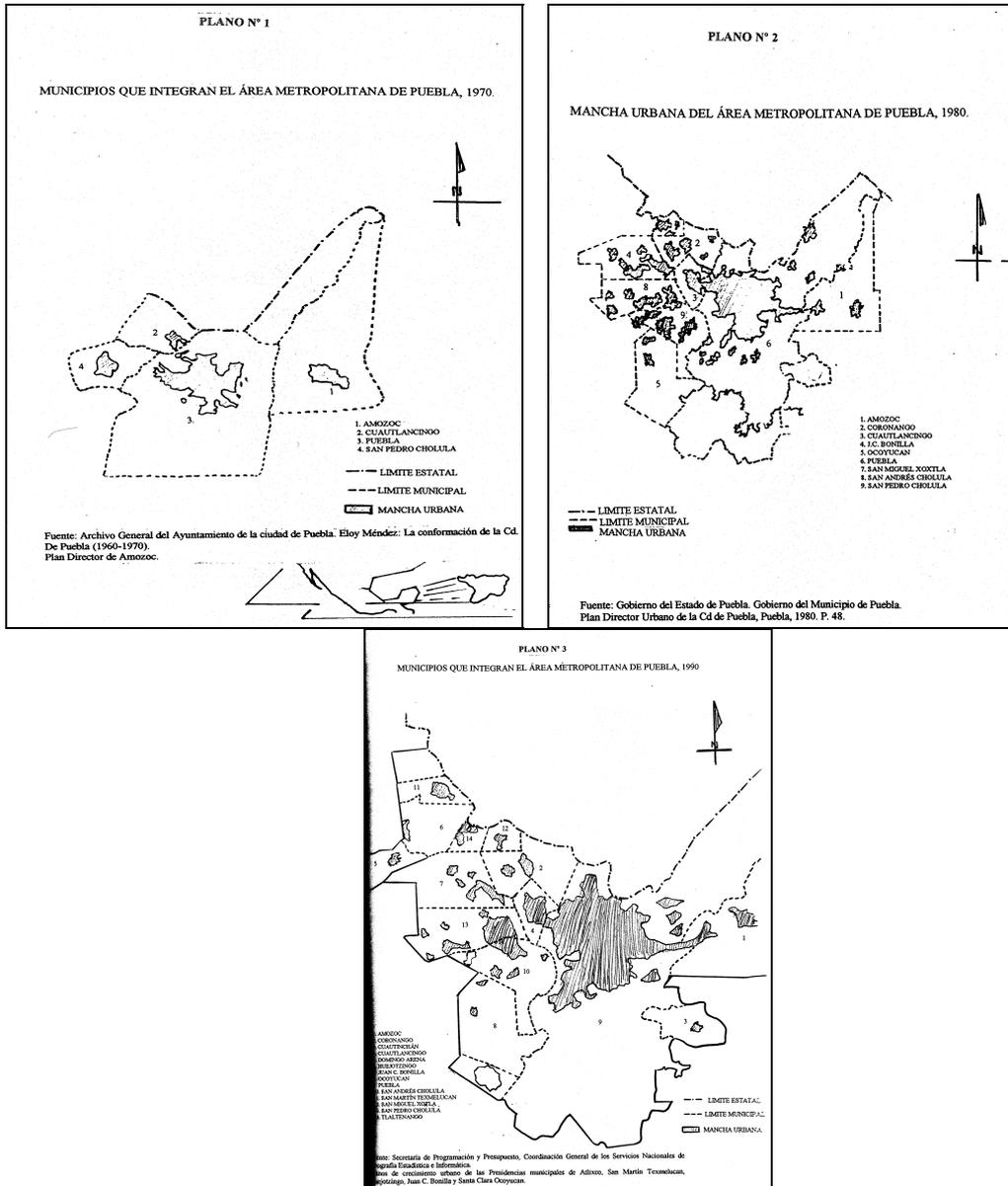
El Sistema Urbano Estatal considera a la Ciudad de Puebla en lo fundamental como centro de servicios regionales y de apoyo al proceso de desconcentración y descentralización de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). De ahí que, dentro de la estrategia de desarrollo urbano es el de evitar la dispersión de la inversión, del empleo y la población, para delinear estrategias con relación a la localización y el tamaño de acuerdo a sus necesidades; en efecto, el sector industrial debe concentrarse en el corredor Industrial Quetzalcóalt y las urbanas en zonas inmediatas (Proyecto intermunicipal..., 1992).

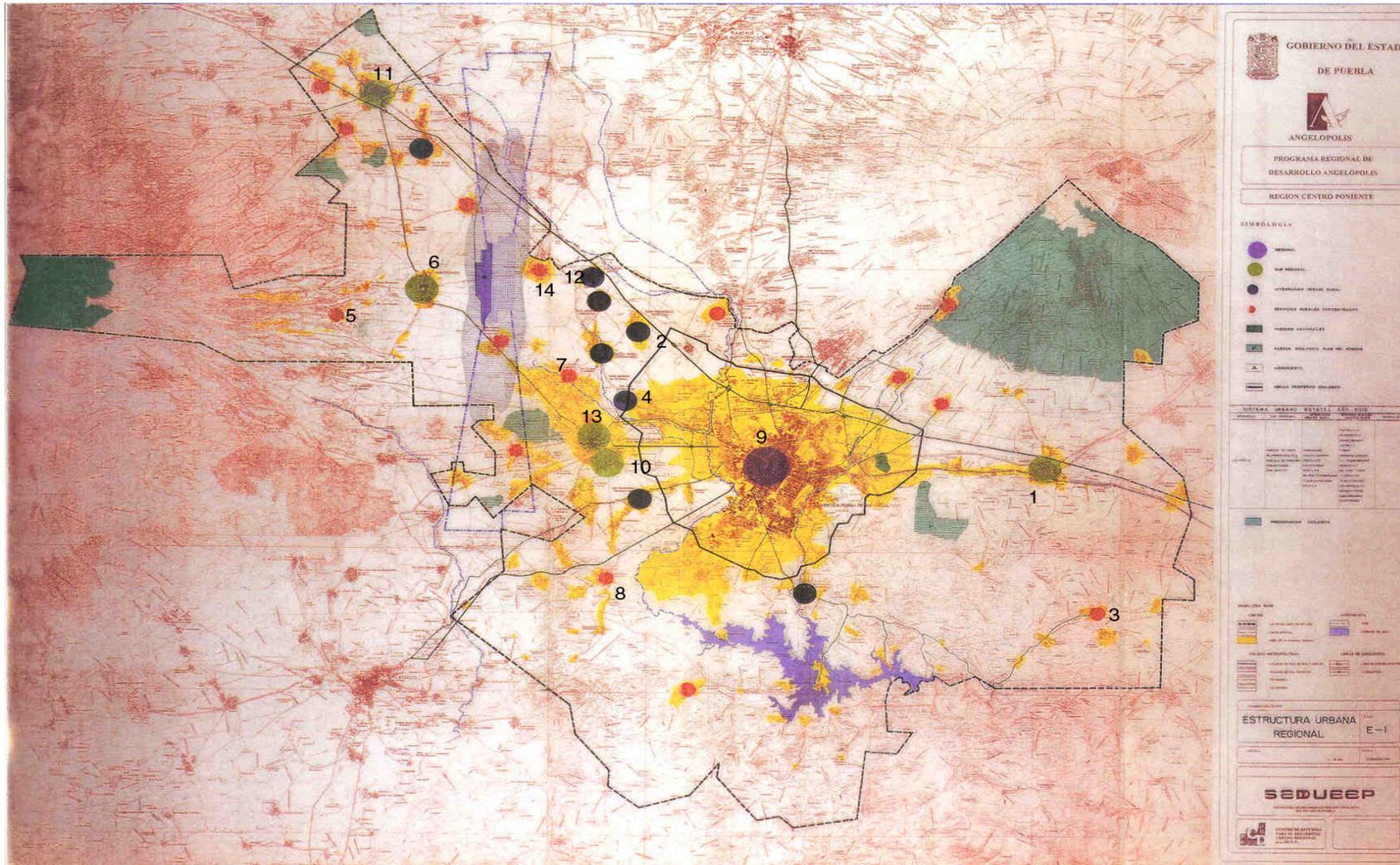
Según el Programa de Ordenamiento Territorial, entre 1980 y 1990 existen unos municipios que forman un *continuum* urbano de los municipios de Puebla, mismos que presentan mayores tasas de crecimiento como son Cuautinchán y San Andrés Cholula, así como Amozoc y San Pedro Cholula.

En el ámbito de la Zona Metropolitana de Puebla (ZMCP) se concentra una población ocupada en 425,095 personas, que se distribuyen de la siguiente manera: el 7.9 % el sector primario; el 36 % en el secundario; el 55.6 % en el terciario; y el 3 % en actividades no especificadas. Con respecto al municipio de Puebla concentra el 73,4 % de la población y en la ocupación es de 79,08 %*. Del porcentaje anterior la distribución sectorial es de 20.46 % en el sector primario, el 75.16 % en el secundario y el 85,95 % en el terciario, lo que nos indica que éste último tiene mayor preponderancia en el ámbito del municipio y del área metropolitana.

* Programa Regional de Ordenamiento... Op.cit. P. 218.

En el plano N° 1 podemos observar cómo estaba constituido el área metropolitana de Puebla en el año de 1970, con escasos 4 municipios. Asimismo se puede apreciar la conurbación que presenta la ciudad de Puebla y el área metropolitana en 1980 y 1990 (véase planos N° 2 y 3). Sin embargo, como habíamos dicho antes sólo tomaremos en consideración catorce municipios del Estado de Puebla. Véase el .





Mapa 8-1. Mapa de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla.

8.3.El Transporte en el Proceso de Integración Espacial, ZMCP

El proceso territorial que actualmente está viviendo los países latinoamericanos, cuando menos desde hace algunas décadas, se ha debido a fenómenos propios de las dinámicas estructurales en los cambios económicos, políticos y sociales de cada Gobierno. Sin embargo, en lo que se refiere al crecimiento de las ciudades existe todavía una centralización de población, servicios, infraestructura, empleos, etc., sobre del territorio de algunas capitales y ciudades importantes. También estas ciudades se caracterizan con respecto a la especialización que difunden hacia la estructura urbana: políticas-administrativas, de servicios, turísticas, industriales, etc. Para decir en otros términos, siguiendo a Antoine Bailly que, *“el caso Latinoamericano, se presenta una concentración de las actividades económicas y una centralización del poder”* (Bailly, 1996); el autor también plantea que, con base en sus análisis que: *“... aparece la necesidad de una verdadera planificación regional endógena que pueda permitir la articulación entre organización económica y organización territorial... Mayor autonomía y mayor poder de la región”*. Aquí hace una referencia el caso de Barcelona en palabras del presidente de la Generalitat. En realidad hoy día es una expresión de procesos históricos y generaciones que le han precedido.

La situación que hoy atraviesa el área metropolitana de Puebla, en el periodo 1975-1980, se caracteriza por mantener una tendencia hacia la expansión de su área urbana, la integración de municipios próximos y al tiempo a la suburbanización. De esta manera concentraba un índice cercano al 25 % de la población total del Estado, el 60 % de la inversión, el 55 % de las industrias y el 50 % del personal ocupado en dicha actividad. Asimismo, concentró el 80 % de los servicios educativos, el 65 % de los servicios médicos y el 90 % de los bancarios (Planificación Urbana Regional de un Estado... 1975-1980, 1980), es decir, lo que prácticamente ya hemos mencionado y planteado en las hipótesis: como la expresión clásica de la concentración de las múltiples actividades en un territorio delimitado por su expansión e integración de municipios, es decir, conformación del área metropolitana.

Por otra parte, el efecto que se produce en este tipo de desarrollo metropolitano, de hecho es conocido lo que significa los altos costos del suelo urbano en estas áreas; donde la centralización espacial conformada por una economía de aglomeración permite a sus habitantes -los que están cercanos a los municipios de las metrópolis- desplegarse y tienden a concentrarse en el centro o reubicados en las periferias sin los servicios mínimos, a su vez para conformar, según Carlos Martner *“... ciudades intermedias dinámicas una forma de organización territorial extensa, apoyada fuertemente en el desarrollo de corredores de transporte regional que actúan en un radio cada vez más amplio a partir de las ciudades principales”* (Martner, 1996). Aquí se presenta hasta un radio de cincuenta kilómetros los corredores de transporte y una ampliación de la red viaria para integrar las comunidades rurales dispersas. Proceso de concentración y dispersión es la tendencia de estos últimos años en nuestras ciudades, Puebla no es la excepción.

El fenómeno del crecimiento de forma radial y expansivo, es típico en los casos europeos o de sus ciudades metropolitanas. En efecto, en los planteamientos de Andrés Precedo sobre el desarrollo europeo nos hace una comparación en los siguientes términos: *“son muchos los investigadores y planificadores urbanos que hablan de la formación de una nueva jerarquía urbana europea, en la que las ciudades medias con mayor capacidad de innovación y mejor oferta medioambiental están empezando a funcionar como centros urbanos emergente, mientras que algunas de las grandes áreas están perdiendo su preeminencia anterior”* (Precedo, 1993). Las similitudes para los casos latinoamericanos tienden a aproximarse un tanto a estas características. ¿Es la lógica de dispersión o son los reflejos de parámetros del crecimiento de la forma urbana de éste fin de milenio? ¿O son las fuerzas internas y externas de procesos de apropiación del uso del suelo los que al incidir sobre los espacios construidos y sin construir moldean una estructura territorial para la funcionalidad que demanda el mercado? Preguntas que tiene respuestas combinadas.

Las comparaciones que vienen al caso destacar en los procesos de desarrollo urbano, tanto para el Europeo como el latinoamericano, están, más interrelacionado en el sentido del tipo de crecimiento, en la integración de municipios, en la transformación de los usos del suelo (los que eran terrenos agrícolas ayer, hoy son partes importantes para el funcionamiento de la ciudad), en la expansión y consumo energético de energía y materia, un crecimiento cada vez más difuso y fragmentado del territorio, concentración y centralización de los servicios, infraestructuras, habitantes, etc., en un reducido espacio físico de la ciudad, en suma, serán los elementos que tienen usos en común sobre la trama urbana de las grandes metrópolis. Obviamente que, los procesos históricos difieren, tanto en sus contextos como en sus transformaciones en las cuales van modificando sus estructuras territoriales. Sin embargo, la comparación que queremos plantear va en la dirección del tipo de crecimiento de forma radial para algunos casos y de la concentración y dispersión para otros. Al tiempo que predecir la tendencia del desarrollo y tomar en cuenta las vicisitudes de las contradicciones como resultado de aquellas transformaciones, producto en parte de las expansiones viarias y del modelo de crecimiento, asimismo, de la movilidad urbana (trabajo y estudio en lo fundamental).

8.4. Red Viaria y Transporte Interurbano

La estructura territorial del área metropolitana de la ciudad de Puebla, tiene su explicación por dos razones fundamentales, mismas que la han caracterizado por su constante crecimiento: primero, la red viaria hoy día se expande e integra suelo urbano para consolidar los desplazamientos que se generan tanto de en la ciudad como del área metropolitana. Segundo, el transporte urbano cuyo proceso va ligado al anterior y demandado por una población en crecimiento. En efecto, son esos dos elementos los que provocados por el incremento de la población y en consecuencia la expansión física del territorio de la ciudad de Puebla, han tejido la estructura urbana expansiva de ésta desde hace dos décadas. Nuevamente retomando a S. Flores. Aquí coincidimos un tanto con él con base en sus planteamientos de que tanto *“la red viaria y el sistema de transporte interurbano son el resultado de un largo proceso histórico de evolución...”* (Flores,

1993). Al tiempo que se ha acentuado en los años setenta para presentarse en los noventa como un fenómeno en crisis.

En los siguientes planos VIII. (Nºs 4, 5 y 6) que anexamos en este apartado sólo nos expresan de manera esquemática el espacio físico del área metropolitana, por cuestión de método de trabajo, a nuestro juicio pensamos que puede aproximarnos al estudio y mantener una idea general de los límites en los cuales estamos estudiando:

Primero, la vialidad interurbana que presenta el área metropolitana durante el periodo 1970-1990 (plano VIII. Nº 4), es una investigación realizada por Sergio Flores, considera el mismo número de municipios del área metropolitana de la ciudad Puebla; a excepción de Atlixco, hemos retomado en su lugar a Domingo Arenas siguiendo la propuesta manejada por el Gobierno estatal de Puebla, y sin tomar en cuenta los otros municipios del Estado de Tlaxcala. Continuando con la idea anterior planteamos en el plano VIII. Nº 5 la conformación del transporte colectivo durante la década de los setenta (1970-1979). Y por último en el plano VIII. Nº 6 también del transporte público hasta el año de 1990.

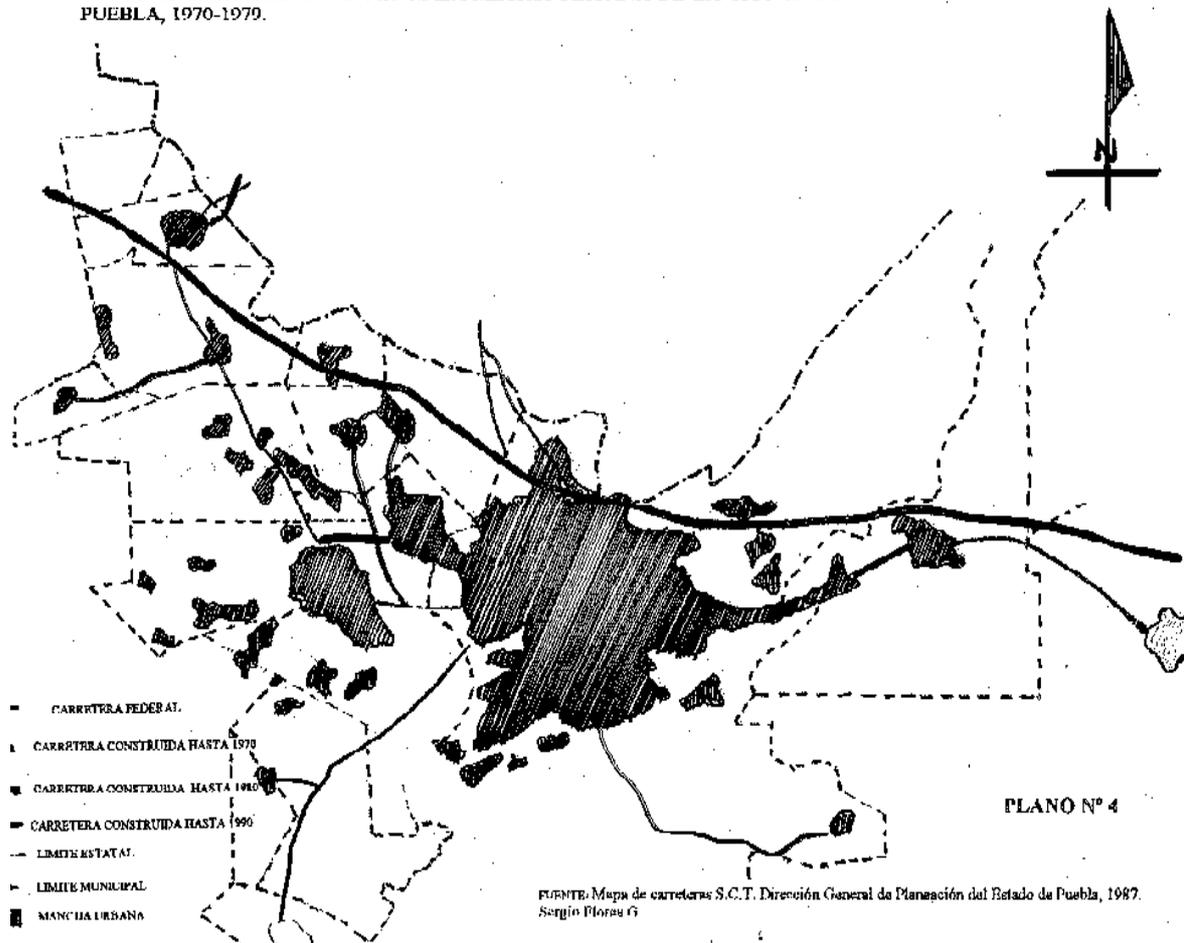
En segundo lugar, las características que podemos resaltar en este grupo de planos será con relación al número de municipios, ya hemos mencionado, sólo tomaremos en cuenta los catorce que constituyen el Estado dentro de los límites geográficos de Puebla. De ahí que recalquemos la vialidad y el transporte en función de las necesidades del área metropolitana de Puebla.

Por otra parte, podríamos decir que desde los años setenta hasta los noventa estaba constituida la red viaria de la forma siguiente (Flores, 1993):

- ◆ Vías férreas: Puebla-Tlaxcala; México-Veracruz; Puebla-Libres-Pachuca; Orizaba-Tehuacán.
- ◆ Sistema de transportes: México-Puebla (integrando Puebla-San Martín Texmelucan); Puebla-Tehuacán (hacia Amozoc); Puebla-Jalapa-Veracruz; México-Oaxaca-Ciudad Cuauhtémoc; Puebla-Orizaba (fortaleciendo a Amozoc).
- ◆ En 1976, se pone en funcionamiento las vías: la recta Cholula y Puebla-Tlaxcala.
- ◆ Transporte interurbano: Puebla-Atlixco; Puebla-San Martín Texmelucan; Puebla-Huejotzingo.

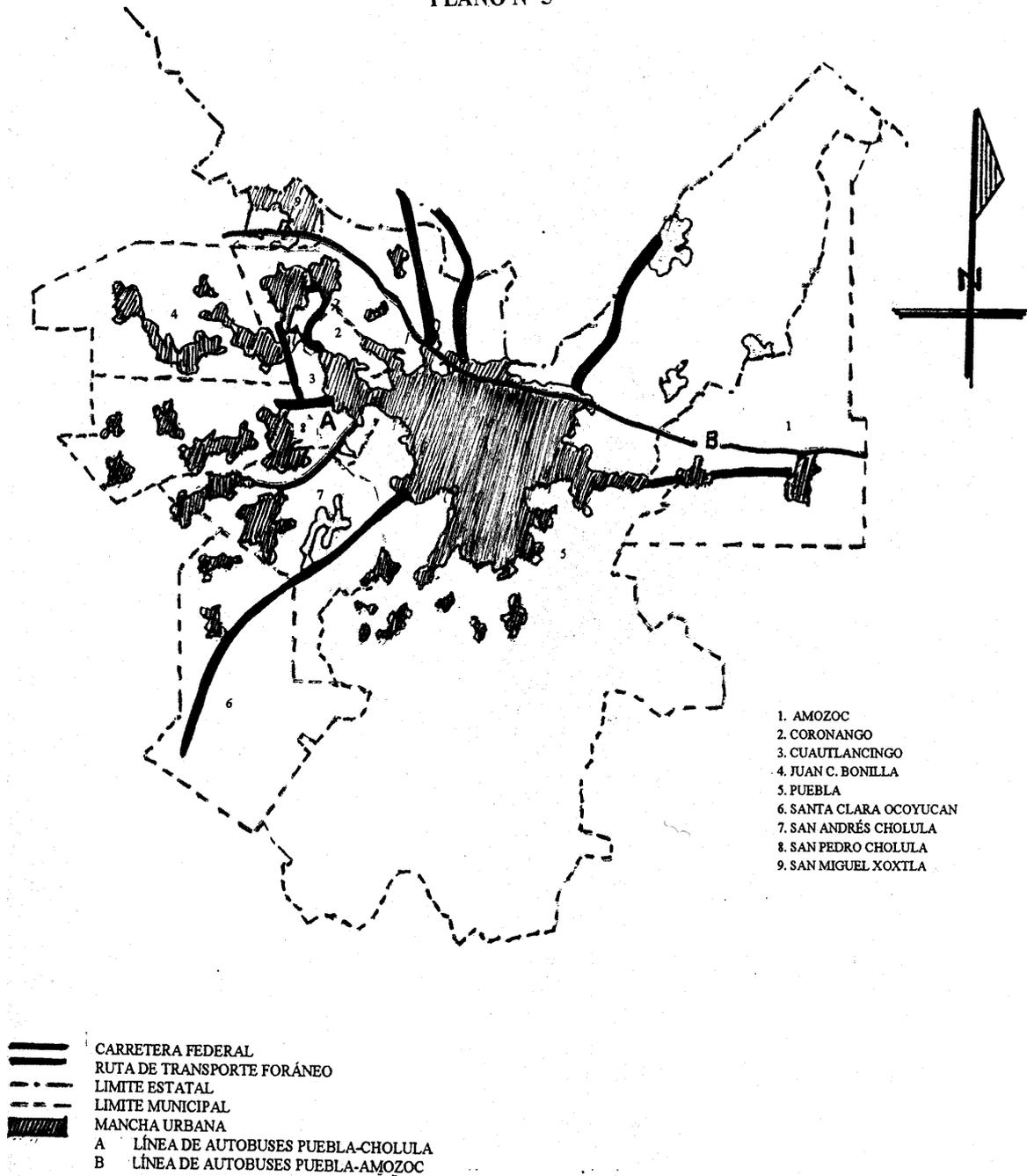
Siguiendo las propuestas de vialidad que hemos analizado, ahora sí podremos hacer la comparación que habíamos planteado en la hipótesis, es decir, que el tipo de crecimiento urbano más próximo hacia el modelo es el de la forma “lineal” y “concéntrica”, incluso existen momentos en que coinciden para dar una combinación de las dos. Cuando decimos de forma lineal no es implícitamente como tal sino que se comporta de cierta manera la tendencia hacia la dirección en la cual se concentran los municipios que actualmente conforman el área metropolitana de Puebla, en su mayoría al poniente, ciudades como: San Pedro Cholula, San Andrés Cholula, Cuautlancingo, Coronango, Juan C. Bonilla y en dirección a San Martín Texmelucan (véase plano 6 y mapa VIII. 2).

VIALIDAD INTERURBANA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PUEBLA, 1970-1979.



TRANSPORTE COLECTIVO EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PUEBLA, 1970-1979.

PLANO N° 5

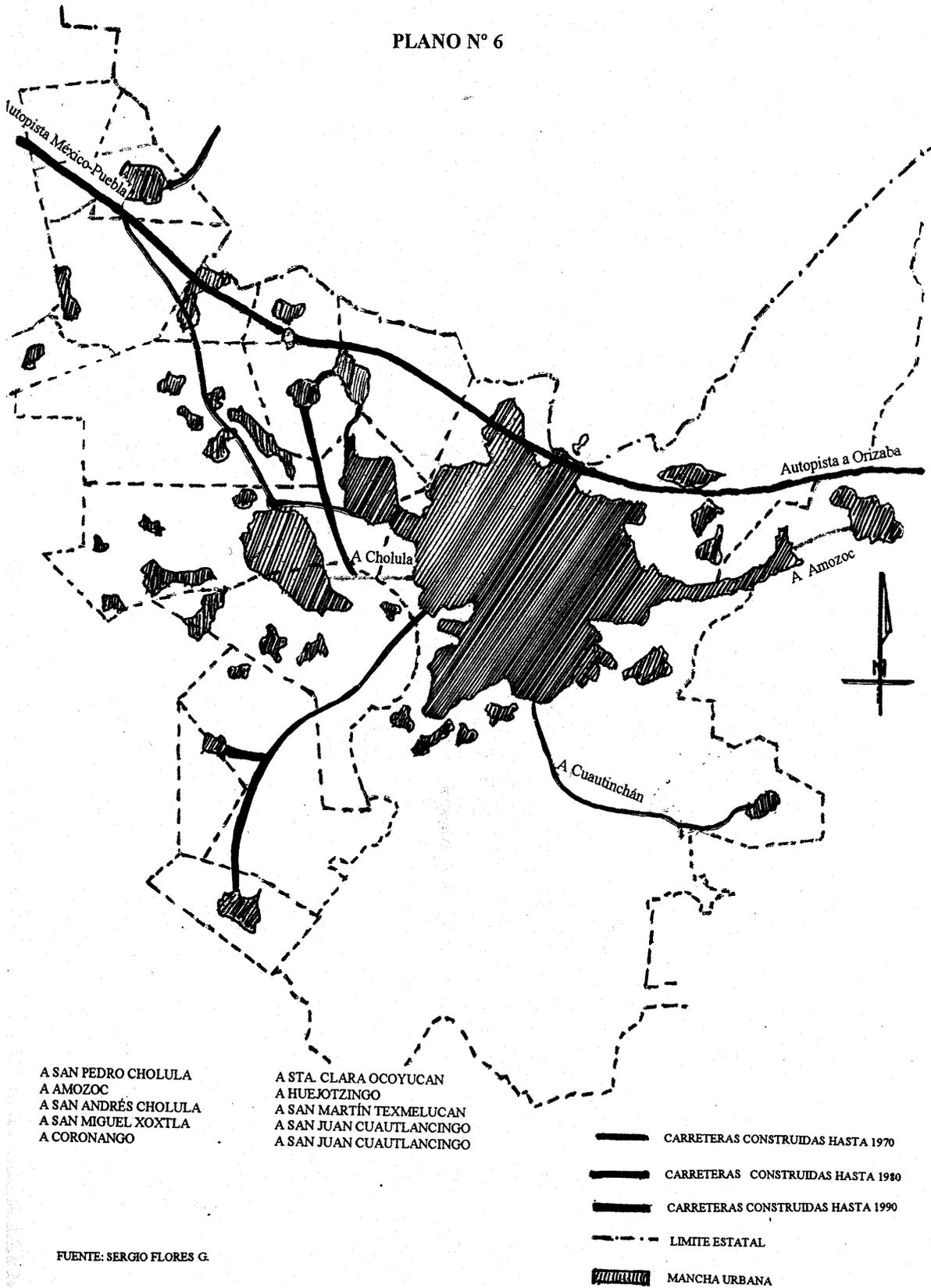


FUENTE: Taller profesional 8 alternativa espacial al autotransporte foráneo para pasajeros en la sub-región Puebla-Tlaxcala. Tesis de licenciatura Puebla. Escuela de Arquitectura. UAP. 1979.



TRANSPORTE COLECTIVO EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PUEBLA, 1990.

PLANO N° 6



A SAN PEDRO CHOLULA
A AMOZOC
A SAN ANDRÉS CHOLULA
A SAN MIGUEL XOXTLA
A CORONANGO

A STA. CLARA OCOYUCAN
A HUEJOTZINGO
A SAN MARTÍN TEXMELUCAN
A SAN JUAN CUAUTLANCINGO
A SAN JUAN CUAUTLANCINGO

- CARRETERAS CONSTRUIDAS HASTA 1970
- CARRETERAS CONSTRUIDAS HASTA 1980
- CARRETERAS CONSTRUIDAS HASTA 1990
- - - LIMITE ESTATAL
- ▨ MANCHA URBANA

FUENTE: SERGIO FLORES G.

8.5. Red Viaria, 1970-1992

En este periodo se establece un desarrollo de la vialidad, entra en funcionamiento las vías de la recta a Cholula (íntegra Cholula y Puebla), la vía rápida de Atlixcayolt (comunica las ciudades de Puebla y Atlixco con una distancia entre ellas de 28 Km); Asimismo se inaugura la central de autobuses de Puebla, el aeropuerto Hermanos Serdán (localizado en el municipio de Huejotzingo a 25 Km de distancia de Puebla).

Según el Programa Metropolitano e Vialidad y Transporte de la Ciudad de Puebla, se estima que llegan al área metropolitana 2,29 viajes/vehículo hora en transporte privado provenientes del área de estudio, incluye en esta ocasión gran parte de la región metropolitana: de los cuales más del 80 % se realizan en transporte particular. De éstos viajes plantea el programa que, el 54 % provienen de la región de Cholula. Los motivos de éstos viajes son por trabajo el 53 % y de estudio el 15 % (Diagnostico de la vialidad y el transporte..., 1991).

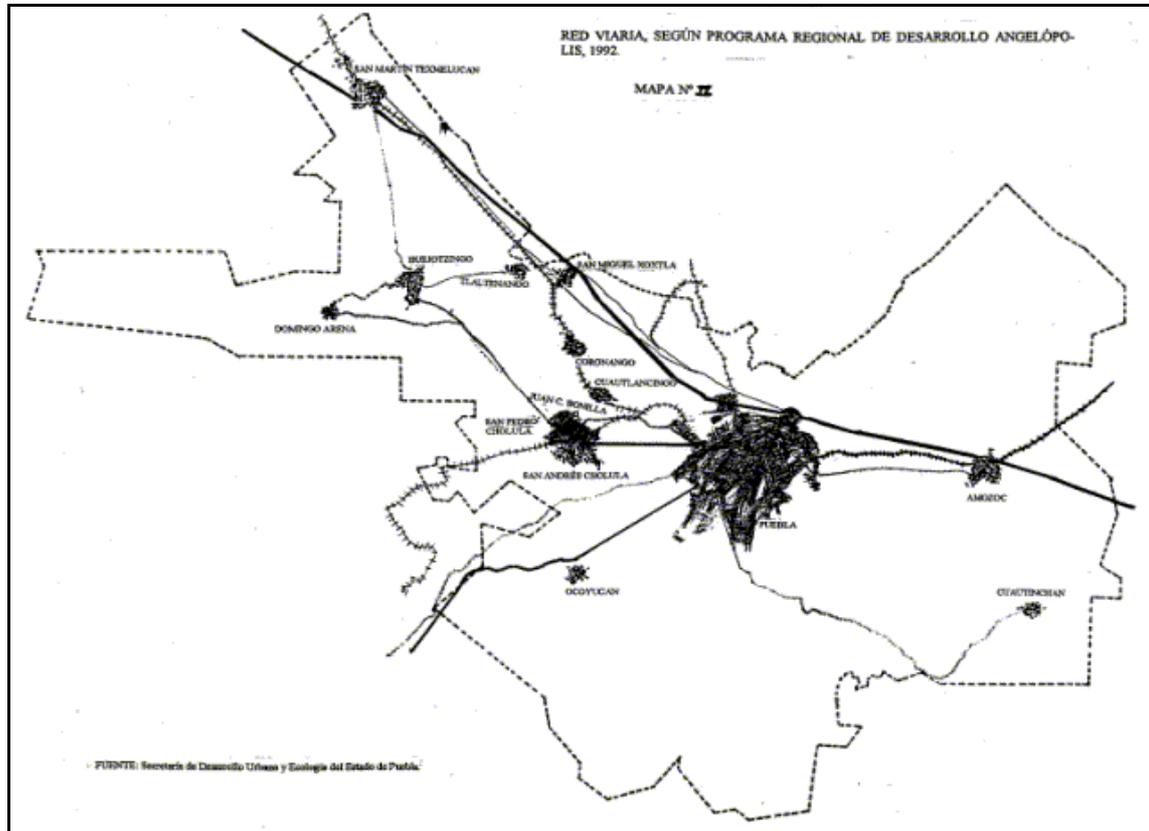
Con relación a los autobuses suburbanos que entran a la ciudad de Puebla, se estima un movimiento de 28,000 viajes/persona/día. El 81 % se concentra en la Central de Autobuses de Puebla (CAPU) y de aquí se distribuyen a diferentes destinos.

Respecto a la vialidad, la autopista Puebla-Cholula (al poniente de Puebla), cuenta con dos carriles de circulación por sentido, acotamiento y un camellón central. Se estima un Tráfico Diario Promedio Anual (TDPA) de 12,050 vehículos/día.

La carretera libre México-Puebla, localizada al poniente de la ciudad de Puebla y la que conecta con Cholula, Huejotzingo y San Martín Texmelucan, cuenta con dos carriles de circulación: se estima un TDPA de 8,607 v/d (1991). Por último, la vialidad Orizaba-Puebla-Amozoc, atiende al tránsito de largo recorrido, cuenta con dos carriles de circulación: circula un TDPA de 8,814 v/d. En su mayoría, esta movilidad surge como consecuencia de los desplazamientos de los habitantes que necesariamente debe realizar para su centro de trabajo. De ahí que, la infraestructura viaria tienda hacia los Municipios más próximos a la ciudad Puebla.

En síntesis podríamos decir que, gracias a la expansión y modernización de la red viaria aunado al fortalecimiento del transporte metropolitano han incidido en el crecimiento urbano de Puebla. La intercomunicación de la red viaria va incrementándose al expandirse la estructura espacial del territorio, lo que viene a confirmar que uno de los factores importantes en el proceso de integración de municipios es justamente las infraestructuras viales y el transporte metropolitano. De esta manera la configuración urbana de Puebla se establece con base en el planteamiento que habíamos propuesto antes, es decir, la edificación, parcelación y urbanización constituyen las piezas claves del crecimiento. (Véase mapa VIII. N° II una estructura de la red viaria de nuestro estudio).

MAPA VIII. N° II



Fuente: Programa Angelópolis y dibujo propio.

8.6. Movilidad Obligada de Residentes en la Ciudad de Puebla hacia la Zona Metropolitana: Trabajo y Estudio

La movilidad que se produce en el área metropolitana de la ciudad de Puebla, tiene sus particularidades en la expansión que hoy día expresa el territorio. Tomando en cuenta las variables de medición de la movilidad (caso del Vallés Occidental), así haremos para el caso de Puebla, se utilizaran los modos de transporte, el viario y la movilidad. Con base en el estudio de origen y destino desarrollado por la *“Junta de mejoramiento moral cívico y material del municipio de Puebla”* (Ayuntamiento de Puebla, 1982), destacamos la interrelación que se da entre el territorio y la movilidad: las actividades que originan los desplazamientos (en este caso marcamos la obligada: por trabajo y estudio) y el tipo de transporte o modo (automóvil particular y autobús). Con respecto a estos elementos han orientado nuestro análisis y la interpretación del crecimiento tanto de la ciudad de Puebla como de su área conurbada.

En tanto la movilidad, que se desplaza de la ciudad central hacia el área conurbada, presenta una característica específica respecto a la estructura vial, con una comunicación fluida Norte-sur, evitando cruces por el centro histórico. En dirección hacia el sentido Oriente-poniente se aprovecha la vialidad regional de la autopista México-Puebla, el libramiento Puebla-Amozoc, el antiguo camino real a Cholula y circuito interior, por último la Recta-Cholula (Proyecto intermunicipal de ordenamiento..., 1992). Aquí cuando se habla de la región metropolitana nos referiremos a la expansión y a la integración de municipios dentro de los límites geográficos del área metropolitana de Puebla: Puebla-San Martín Texmelucan y Puebla-Amozoc, en lo fundamental (Melè, 1994). De la Figura 8-1, podríamos obtener una primera aproximación de la movilidad urbana generada en Puebla.

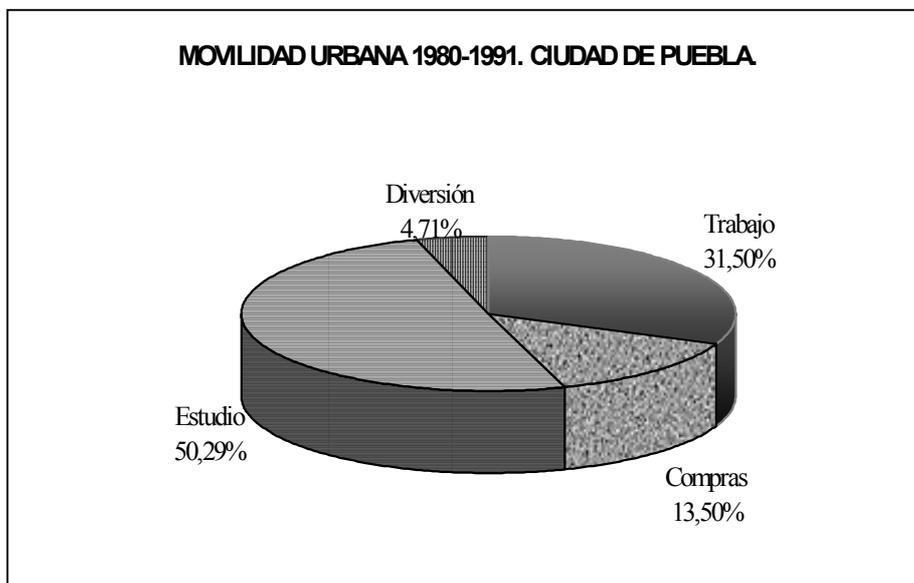


Figura 8-1. Movilidad Urbana.

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Puebla. Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología. P. 106; y cálculos propios.

8.7. Movilidad Urbana Interior y Área Metropolitana de la Ciudad de Puebla

Al interior de la ciudad de Puebla, con base en su sistema vial, circulan 190,000 vehículos diarios. El 3 % del sistema de transporte es público. De éste 3 % el 18 % corresponde a autobuses y el 82 % corresponde a taxis. Al interior del área metropolitana circulan alrededor de 2,900,000 viajes/persona/día en todos los modos de transporte; de éstos el 85 % los realiza el transporte público (Programa Metropolitano de Vialidad..., 1992).

Los datos que hemos utilizado para ubicar el desplazamiento de la movilidad se obtuvieron básicamente con relación a los usos del suelo, ya que de esta manera los resultados se fueron entrelazando con el flujo de los diferentes modos de transporte. Se analizaron las zonas habitacionales, a juicio del Programa Metropolitano de Vialidad de la ciudad de Puebla, entre las que fueron las mayores localizadas en sur y suroriente (hemos detectado en esta área las residencias de rentas altas) y, la otra buena parte ubicada en el nororiente (las de rentas bajas). Aquí coincidimos con el procedimiento anterior (del Vallés) ya que la tendencia del crecimiento metropolitano se va conformando por los usos del suelo, la reubicación de sectores económicos, del viario metropolitano, de las segundas residencias y de la integración de nuevos municipios hacia la ciudad central; justamente se integran espacialmente los usos del suelo apoyados con los des-

plazamientos de la movilidad por motivos de trabajo y estudio, es decir, la relación residencia-trabajo-estudio, se dispersan sobre el territorio.

Por otra parte, siguiendo la utilización de los usos del suelo y la vialidad existente se ubicaron de la siguiente manera para definir y enmarcar la movilidad: los de uso *comercial* (concretamente al norte de la ciudad de Puebla), de uso *industrial* (nororiente) y, el *educativo* (centro, sur, norponiente y oriente). Con base en esta distribución de usos del suelo se han diseñado las vialidades dado que son exiguas en la zona, sobre todo, para la conexión con los centros comerciales. Con datos de 1991, se estimó en la ciudad de Puebla alrededor de 2'492,050 viajes/persona/día en transporte público y alrededor de 500,000 en transporte privado.

Según el Estudio Integral de Origen y Destino para la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla* (1976-1982) y dentro de sus objetivos inmediatos es el conocer en forma cuantitativa y cualitativa los movimientos que realizan los residentes de la zona metropolitana, su frecuencia, su modo de transporte utilizado (automóvil, autobús, taxi, etc.), su costo y propósito del viaje (trabajo, estudio, compras, etc.) véase Figura 8-2.

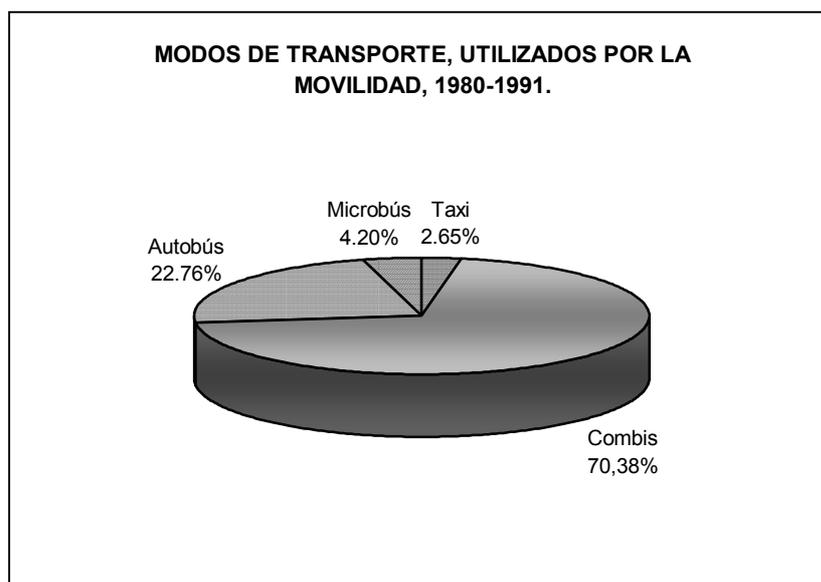


Figura 8-2. Modos de Transportes

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Puebla. Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología. P. 106; y cálculos propios.

* La información que vertimos en nuestro estudio fue obtenida de la Junta de Mejoramiento Moral Cívico y Material del Municipio de Puebla, con la colaboración de la Comisión de Conurbación del Centro del País de Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), a través de su Comisión Técnica: Dirección de Tránsito en el Estado.

En este análisis se considera de manera prioritaria las actividades que originan los desplazamientos (entre los que más destacan es el de trabajo y estudio), el tiempo que se invierte en su realización, es decir, las horas en que se viaja, el tipo de transporte (fundamentalmente se utilizan: el autobús, taxis y microbuses) y por último los centros generadores de los viajes (zonas industriales, universidades, complejos comerciales, hospitales y ocio).

La información del estudio fue obtenida mediante entrevistas domiciliarias, entrevistas en los accesos carreteros de la ciudad y entrevistas en las terminales de autobuses foráneos. La información se recopiló con más de 5937 entrevistas domiciliarias, 14,467 en los accesos carreteros y 6,159 en las terminales de autobuses.

El enfoque metodológico seguido por el análisis de origen y destino consistió en, primero, considerar como zona de estudio el lugar donde se realizan actividades urbanas que motiven los desplazamientos diarios; para conocer de forma precisa las características tanto demográficas, socioeconómicas como de comportamiento de los habitantes de toda la región o de la mancha urbana. Segundo, el límite de la zona de estudio se definió mediante el análisis de flujos y reflujos diarios en el acceso carretero de la ciudad.

Se utilizaron algunos esquemas gráficos que ilustraron una zonificación de 10 distritos parcelados sobre el territorio, cuya finalidad era de ir ubicando las colonias, usos del suelo dominante, densidad y niveles socioeconómicos que influyen directamente en toda la zona metropolitana. Al tiempo que se identifican zonas homólogas por las características dominantes que prevalecen entre ellas y la estructuración de la vialidad que permite medir los desplazamientos, la ubicación residencial, trabajo y estudio en lo fundamental.

El tamaño de las zonas se determinó de acuerdo a indicadores de sostenibilidad* como la densidad de población, la periferia y su influencia hacia la ciudad central, la zona comercial y los volúmenes de vehículos registrados en diferentes puntos próximos en las horas pico del sistema vial integrado por carreteras de autobuses que dan acceso y salida a la ciudad. Asimismo, se consideró delimitar como área metropolitana de la ciudad de Puebla puntos donde las carreteras determinan los volúmenes vehiculares de carácter interurbano.

Dentro de los parámetros que se utilizaron (coincidiendo con la metodología aplicada) para la zonificación del territorio fue identificar las vialidades primarias y las secundarias más usadas por las rutas de transporte público y privado. Se verificaron los cambios por nuevas avenidas y los itinerarios de las rutas de transporte con el objeto de comprobar la adecuada accesibilidad de las zonas. Asimismo, se consideró el uso del suelo para determinar la zonificación y detectar los centros generadores de viajes y los de atracción.

Al final de todo el proceso de zonificación se logró determinar parámetros funcionales que le dieron las condiciones físico-espaciales para poder terminar los desplazamientos

* Estos indicadores de sostenibilidad, son explicados con más detalles en el capítulo V. De ahí que sean útiles en el momento de su aplicación para el desarrollo metropolitano. Su influencia, así como su grado de dificultad a la hora de prever y de planificar el crecimiento metropolitano, son partes de las estrategias del desarrollo sostenible.

y la dirección de éstos, naturalmente, por medio de la movilidad quien en última instancia es la que fue determinando el movimiento de integración territorial. Las características que sobre salen en la revisión fueron: estructura vial, uso del suelo dominante, densidad de población, nivel socioeconómico, modos de transporte, densidad de viajes por trabajo y densidad por motivos de estudio.

8.8. Escenario Socioeconómico de Futuro para la ZMP.

8.9. Escenario Demográfico (2000-2020).

Tabla 8-3. Escenario demográfico.

MUNICIPIO	1980	1990	1995	2000	2010	2020
1. – AMOZOC	23406	35738	44112	54447	82950	126375
2. – CORONANGO	15627	20576	24284	27880	36747	47115
3. – CUAUTINCHAN	3813	4947	5771	6561	8481	10685
4. – CUAUTLANCINGO	18768	29047	36198	45109	70053	108790
5. – DOMINGO ARENAS	3849	4438	4758	5100	5861	6735
6. – HUEJOTZINGO	31997	41792	47747	54550	71204	92941
7. - J.C. BONILLA	10399	11495	12081	12698	14026	15494
8. – OCOYUCAN	13783	17708	20035	22668	29017	37144
9. – PUEBLA	835759	1057454	1190587	1340482	1699263	2154072
10. - SAN ANDRÉS CHOLULA	26032	37788	45535	54869	79671	115684
11. - SAN MARTÍN TEXME-LUCAN	79504	94471	102779	111817	132348	156649
12. - SAN MIGUEL XOXTLA	6272	7478	8176	8939	10684	12771
13. - SAN PEDRO CHOLULA	57498	78177	91069	106088	143964	195362
14. – TLALTENANGO	3674	4338	4720	5135	6077	7193
TOTAL	1'130,381	1'445,447	1'637,852	1'856,343	2'390,346	3'087,010

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Puebla, 1991. Cálculos propios.

8.10. Escenario Residencial para el año 2020

Tabla 8-4. Escenario residencial.

MUNICIPIO	1995	2000	2010	2020
1. - AMOZOC	10566	12610	17960	25580
2. - CORONANGO	4187	4997	7117	10137
3. - CUAUTINCHÁN	1119	1336	1902	2709
4. - CUAUTLANCINGO	7900	9428	13428	19126
5. - DOMINGO ARENAS	891	1063	1515	2157
6. - HUEJOTZINGO	8811	10515	14977	21331
7. - J.C. BONILLA	2312	2759	5975	5597
8. - OCOYUCAN	3515	4195	465699	8510
9. - PUEBLA	273974	326970	3930	663290
10. - SAN ANDRÉS CHOLULA	8378	26861	14241	54489
11. - SAN MARTÍN TEXMELUCAN	22507	26861	38257	54489
12. - SAN MIGUEL XOXTLA	1770	2112	3009	4285
13. - SAN PEDRO CHOLULA	17326	20678	29451	41946
14. - TLALTENANGO	1012	1208	1720	2450
TOTAL VIVIENDAS	364,268	451,593	619,181	916,096

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Puebla, 1991. Cálculos propios.

8.11. La Movilidad en el Escenario Tendencial del 2020

Con respecto a la movilidad obligada en 1984 se desplazaron hacia la zona metropolitana de la ciudad de Puebla 33976 vehículos/día con base en el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), de estos el 82 % fueron privados, es decir, en coches particulares; según la encuesta de esos desplazamientos salieron directamente de Cholula. Por otra parte, de estos viajes realizados fueron por los siguientes motivos: trabajo 53 %; estudio 15 %; casa 7 % y compras 8 %; información que en ese entonces se obtuvieron de la Ciudad de Puebla y Cholula.

Mientras que para el año de 1990, la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla, según datos de la encuesta domiciliaria del Programa de Vialidad y Transporte de la Ciudad de Puebla elaborado en 1984, incluía los siguientes municipios: Puebla, Cholula, Huejotzingo, San Martín Texmelucan, Ocoyucan y Amozoc. El número de desplazamientos que se tiene según datos del Programa de Vialidad y Transporte fue de 42471 vehículos/día.

Con base en los datos anteriores hemos calculado el promedio anual acumulado con el siguiente valor de 3,87 %, con este índice logramos hacer la proyección tomando en cuenta los mismos municipios que se consideró para el año de 1990, y se obtuvieron los siguientes resultados para el año 2000 y 2020. En consecuencia, el número de desplazamiento que se espera para el año 2000 es de 63636 y para el año 2020 sería de 139435 vehículos/día. En la Figura 8-3, se puede observar la tendencia que podría tomar el cre-

cimiento de la movilidad. Hemos remarcado cifras de desplazamiento del año 2000 (63636), 2010 (94197) y 2020 (139435) respectivamente.

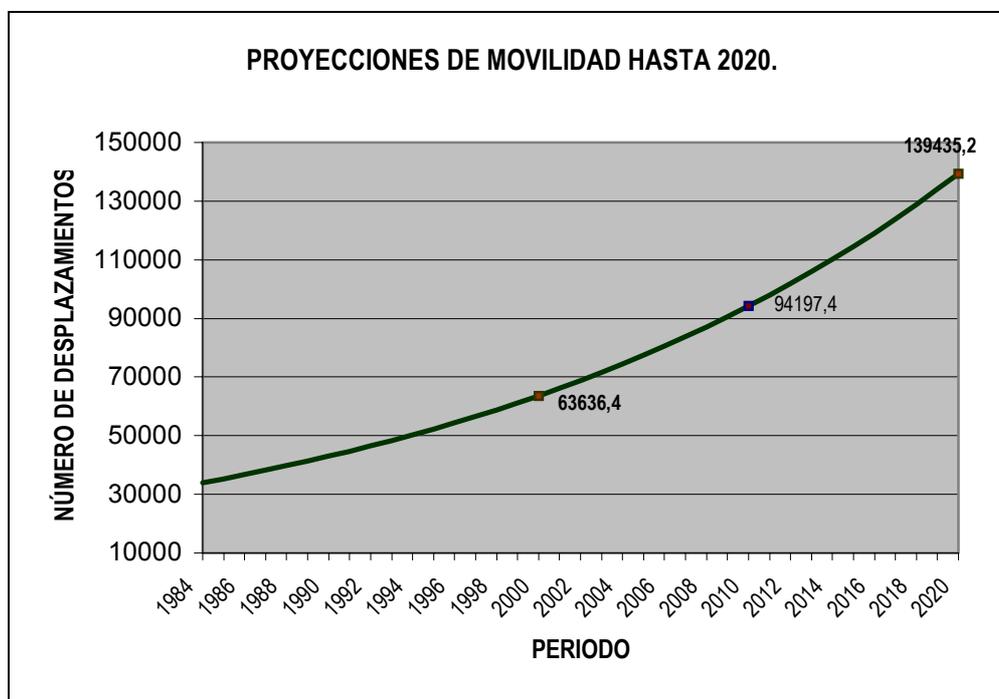


Figura 8-3. Proyecciones de movilidad.

Fuente: página Web de INEGI y cálculos propios.

8.12. Comentarios del Escenario Socioeconómico de Puebla

Con base en los estudios que realizamos en la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla y sus 14 municipios, se pudo observar que desde el año de 1970 hasta 1990, periodo en el cual se constituyen formalmente los 14 municipios de la ZMCP, ha tenido una evolución poblacional marcada por un índice superior a la media nacional que es mayor de 3,3 %, concretamente en el periodo intercensal 1970-1980. Pese a que en la década siguiente tuvo una disminución en los índices del promedio de crecimiento anual acumulado con el mínimo de 1,4 % para el caso de Domingo Arenas; y una máxima de 4,5 % para Cuautlancingo.

Por otra parte, en cuanto a la dinámica poblacional, la última década de 1980-1990 la ZMCP pasa de 1'130,381 habitantes que había en 1980 a 1'445,447 en 1990, lo que representa en este periodo un incremento de 27,9 % y una tasa de crecimiento de 2,5 %

en promedio anual. Similar al crecimiento del Estado en su conjunto de 2,8 % en el mismo periodo.

Esta comparación poblacional que hemos hecho de la ZMCP, respecto a la nacional muestra un primer hecho característico respecto a lo que ha tenido, considerándose un crecimiento débil que lo experimentado en el ámbito nacional, ya que para el periodo 1970-1980 creció a una tasa de 3,3 %, mientras que en la ZMCP fue de 2,5 %.

Con base en las Tabla 8-3 y 8.4, demográfica y residencial respectivamente, se puede observar que por un lado la tasa de crecimiento poblacional interanual en el periodo de 1980-1990 es de 2,5 %, sin embargo, por el otro, el índice de crecimiento de la vivienda en la década mencionada es de 3,6 %, dato que nos aproxima a concluir que la demanda de vivienda aumentará en el horizonte proyectado. Es decir, por cada año se debe incrementar un número de vivienda para la población potencial que sumará a cada municipio de la ZMCP. Nos indica también que existe realmente una necesidad de vivienda en el área metropolitana de Puebla por cubrir hasta el año 2020.

Con relación a la movilidad, en este sentido, se puede considerar que de seguir la tendencia de crecimiento, y aunado a la dispersión de los municipios del área metropolitana, sobre todo, en la región de Angelópolis, se puede llegar a lo que se preveía en un principio. Ejemplificando lo anterior y siguiendo el análisis hecho por Cabrera V, que en 1970 se detectaron 936 localidades, en tanto que para 1980 se incrementa a 1059, mismo que representa un aumento de 123 localidades, en términos relativos el 17,90 % del total de las localidades que a nivel estatal surgen para el año de 1980 (Cabrera, 1994).

Se ratifica con ello que el incremento de los municipios de ZMCP, aumenta de esta manera una polarización de la región, pues por una parte aumenta la concentración en las áreas ya concentradas; región centro; las áreas de mayor dispersión resienten como consecuencia del aumento, en tanto, la movilidad tendrá que desplazarse hacia las localidades para satisfacer sus necesidades más inmediatas como trabajo y estudio en lo fundamental.

Bibliografía

- Bailly, Antoine Cáp. 1 (1996): “*Las políticas urbanas y regionales: los retos de la planificación territorial*” en “Modelos de análisis y de planificación urbana. Estudios sobre la evolución y tendencias de la ciudad de Puebla”. Salvador Pérez-Mario Polèse (compiladores). Ed. Plaza y Valdés y Universidad Autónoma de Puebla. México.
- Cabrera, Becerra Virginia (1994): “*Políticas regionales y configuración espacial de la región centro de Puebla, 1970-1990*”. Ed. Facultad de Arquitectura. Unidad de Investigación y Estudios de Posgrado. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Clusa, Joaquim (1995): “*La mobilitat obligada i els àmbits funcionals a la regió metropolitana de Barcelona*”. Ajuntament de Barcelona. En Papers N° 24. Dinàmiques Metropolitanas a L’area i la regió de Barcelona, Ed. Mancomunidad de Municipios de Barcelona, 1995.
- *Diagnostico de la vialidad y el transporte, ámbito regional*” (1991). Programa Metropolitano de Vialidad y Transporte de la Ciudad de Puebla.
- Flores González, Sergio (compilador, 1993): “*Desarrollo Metropolitano, análisis y perspectivas*”, “*Cambios en la zona metropolitana de la ciudad de Puebla, (1970-1990)*”, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- H. Ayuntamiento del Municipio de Puebla, Junta de Mejoramiento Moral Cívico Material del Municipio de Puebla y Gobierno del Estado de Puebla. Material fotocopiado. Puebla, (1982).
- INEGI, (2000): página Web: <http://www.inegi.gob.mx>
- Martner, Peyrelongue Carlos (1996): “*Transporte y concentración territorial en América Latina. Tendencias recientes*”. En Ciudad y Territorio; estudios territoriales, XXVIII (110) 1996. Ministerio de Fomento. Madrid.
- Material fotocopiado (1980): “*Planificación Urbana Regional de un Estado hacia el futuro, 1975-1980*”. Gobierno del Estado de Puebla.
- Melè, Patrice (1994): “*Puebla urbanización y políticas urbanas*”, Universidad Autónoma de Puebla y la Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco. México.
- *Memoria de actuaciones, 1991-1995* (1995): Mancomunidad de Municipios del Área Metropolitana de Barcelona.

- Nel-lo, Oriol (1995): *“Dinàmiques territorials i mobilitat urbana a la regió metropolitana de Barcelona”*; en Revista Papers N° 24. Mancomunidad de Municipios. Barcelona.

- *Planificación Urbana Regional de un Estado hacia el futuro, 1975-1980*”. Gobierno del Estado de Puebla, (1980).

- Precedo, Ledo Andrés (1993): *“Las políticas de desarrollo y renovación urbana en Europa”*. En Ciudad y Territorio, I (98) 1993. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid.

- Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Puebla, 1991. Gobierno del Estado de Puebla, (1991).

- Programa Regional de Ordenamiento Territorial, Memoria técnica, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades; Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, (1993).

- *Proyecto intermunicipal de ordenamiento urbano de la Zona Conurbada de la Ciudad de Puebla*. SEDUEEP. Tomo I, Puebla, (1992).

- *Proyecto Intermunicipal de ordenamiento urbano de la zona conurbada de la ciudad de Puebla*”. SEDUEEP. Tomo II, Puebla, (1992).

CAPÍTULO IX

DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO APLICADO A LA ORDENACIÓN TERRITORIAL Y SOSTENIBILIDAD

9. Diseño de un Modelo Matemático Aplicado a la Ordenación Territorial y Sostenibilidad

En este capítulo queremos dejar como antecedente un modelo matemático o, más bien algunos modelos, que nos auxilien para la simplificación de los problemas concretos del crecimiento urbano y por la naturaleza de éstos nos remiten a comprenderlo como procesos complejos. Siguiendo los planteamientos de Benjamín Reif, nos dice que, en la medida en que el estado actual de desarrollo de los modelos no permite la confección de un manual de instrucciones para la construcción de modelos, nos limitaremos a describir los distintos componentes básicos de una posible metodología futura aplicable a este proceso (Reif, 1978). En este sentido, conviene destacar varias operaciones mentales que juegan un importante papel en la construcción del modelo.

El mismo autor retoma de Lowry I. S., con base en la siguiente propuesta: el principio básico de la construcción de modelos es la coherencia interna; fuera de este principio, la elección de las articulaciones formales está basada en parte en la experiencia acumulada por los que ya han trabajado en este campo, en parte en el “olfato” (teoría primitiva), y en parte en una especie de estilo analítico, en una cierta facilidad para la elegancia matemática o para la generalización masiva.

Entre los problemas que nos hemos enfrentado al presentar y diseñar un modelo matemático, sobre todo, en lo difícil que resulta a la hora de conciliar la exactitud es en la representación de los datos con el manejo matemático. En tanto que sólo se debe representar las características del mundo real que son relevantes a la hora de hacer el experimento, es decir, siguiendo un tanto el método objetivo, se abstrae los más irrelevantes o de importancia secundaria. De ahí entonces, como lo plantea van Gigch, John (1981): la situación del mundo real es más compleja.

Según Chadwick, dice que los modelos espaciales son representaciones, con baja variedad, de situaciones con gran variedad: una cierta cantidad de variedad se destruye en el proceso de construcción del modelo, pero es posible reintroducirla retomando todo el proceso a través de modelos de aspectos que constituyen subsistemas del sistema más global al que se ha llegado en la construcción del modelo del sistema base.

Por otra parte, otros autores han reducido la complejidad del sistema objeto del análisis y, en consecuencia, de reducir a unas dimensiones manejables el modelo matemático, de ahí que el investigador deba simplificar la situación real, y esto se puede conseguir, según Ackoff y Sasieni (retomado por Reif):

1. Omitiendo variables relevantes;
2. Alterando la naturaleza de las variables;
3. Alternando las relaciones entre las variables;
4. Modificando las constricciones.

En síntesis podemos llegar a la conclusión de que, en términos de metodología científica se dice que los modelos se utilizan para validar teorías o hipótesis acerca del sistema objeto de estudio; en consecuencia, detrás de todas las actividades de construcción de modelos subyacen teorías acerca del funcionamiento real de los sistemas. El análisis se inicia con la observación de un sistema o de un fenómeno. Con base en la observación, la reflexión y la familiarización con el sistema, surge la formalización de hipótesis que constituyen explicaciones posibles del funcionamiento del sistema. Con frecuencia, la relación entre la teoría y el modelo tiene carácter experimental, pero es necesario simplificar las teorías antes de construir modelos basados en ella (Reif, 1978).

9.1. Modelos de Atracción e Interacción Espacial

Entre los modelos que más se aproximan a nuestra investigación y coincidiendo con los datos recopilados, utilizaremos una aplicación llamada “homomórfica^{*}” que corresponde a la situación física y se expresa por la Ley de la Gravitación de Newton, (Reif, 1978). Hemos utilizado esta referencia física debido a que nos interesa conocer la estructura espacial del sistema urbano, como el conocer el modo en que los elementos del sistema urbano se localizan en el espacio y de forma entender la naturaleza de su *interacción* con su entorno próximo. Pero también se toma en cuenta en función del número y del tipo de actividades implicadas en el sistema; por tanto, siguiendo el caso de estudio serán las dos áreas en cuestión: el Vallés y Puebla.

Este modelo de *interacción* también ha sido utilizado por los autores, Nicolis e Prigogine, al decir de ellos que, el desarrollo de un sistema de este tipo consiste en una interacción entre el comportamiento de sus actores y las imposiciones establecidas por el mundo exterior. “Precisamente aquí es donde el sistema humano presenta su especificidad única. Al contrario de los que sucede con las moléculas, que son los “actores” de un sistema físico-químico, o incluso con las hormigas o los miembros o de otras sociedades animales, los seres humanos desarrollan necesidades y deseos individuales” (Nicolis y Prigogine, 318, 1994).

Sin embargo, esa interacción de la que hemos planteado, se inserta en la dinámica de procesos que van surgiendo sobre el territorio, por supuesto, de ambas zonas en estudio. De ahí entonces, que exista una interacción entre una zona origen y una zona destino; en consecuencia, determinamos que se puede utilizar en términos de flujos de personas.

Claro está, en tanto se ha considerado el nivel de demanda generadas o producidas en la zona de origen. Además, depende de la actividad que se esté analizando, y se expresa como el número total de trabajadores que viven en una zona residencial. A su vez, está en función de la capacidad de atracción de la zona de destino. Este planteamiento nos viene a confirmar la evolución extensiva de la ciudad y como consecuencia desarrolla,

* Es una aplicación que se refiere a una correspondencia entre varios sujetos hacia uno de ellos, es decir, muchos-uno y que conserva determinadas características de operación entre las relaciones de los elementos. Ejemplo, un conjunto de números 1, 2, 3, 4, 5, ... se aplica al conjunto compuesto por el número 5, la transformación se expresará por $b = (5 + a) - a$, que define entonces una correspondencia de *muchos-uno*.

al mismo tiempo, el tipo de crecimiento que va estructurando de forma difusa sobre el territorio. Esta difusión vendrá determinada por la dispersión tanto de los lugares de trabajo como de los nuevos usos del suelo que entran a reestructurarse por las transformaciones dinámicas de la ciudad. Se incrementa de esta manera nuevos espacios urbanos de carácter residencial (o las llamadas segundas residencias), hipermercados en las periferias de las grandes metrópolis, espacios destinados al ocio, incluso, se conquistan territorios que antes se consideraban para la agricultura y son sustituidos por los primeros como zonas para las industrias de punta que están directamente relacionadas con el mercado globalizado, es decir las empresas trasnacionales.

Conforme se diversifican las actividades sobre el territorio, la interrelación entre los puntos de origen como de destino empiezan a desarrollar un potencial de flujos que vendrá a perfilar una influencia dominante, para ello, quien está dotado de los servicios y de las infraestructuras adecuadas para absorber la demanda, será prácticamente la que dictará las pautas de crecimiento. En estos nuevos espacios, los centros de población con mayor concentración de servicios, infraestructura, población y las condiciones generales para la producción serán los que resultan los más beneficiados. Sucede similarmente con los procesos históricos de desarrollo y concentración que preceden a los nuevos usos del suelo, es decir, vendrán por tanto a modificarse para permitir un proceso de adaptación de las nuevas demandas de la sociedad en general. De ahí entonces, retomando a Scheifler, en el sentido de que la internacionalización de las economías conduce a la homogenización de los modos de consumo y por supuesto del territorio, se adapta a las nuevas tecnología, (Scheifler, 1991).

De aquí la fuerza de atracción entre dos centros de población es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

La Ley se puede expresar en forma de ecuación:

$$F = g \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

Donde:

F = fuerza de atracción entre las dos masas.

M_1 y M_2 = masas respectivas de los cuerpos 1 y 2.

d = distancia entre las dos masas.

g = distancia entre las dos masas.

Sin embargo, para el caso nuestro que deseamos aplicar al sistema urbano lo expresaremos del siguiente modo:

El número de viajes entre dos concentraciones de población es proporcional al producto de las poblaciones de los núcleos, quiere decir con esto que, con respecto a las dos concentraciones, se determinará un valor que es posible influirá entre ellas y dependerá de la concentración de aquellos elementos que mencionamos (servicios, infraestructuras, etc.); por otra parte, la distancia entre los dos centros de población que se desea calcular debe estar en función de las actividades principales, por lo que será inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. El resultado obtenido vendrá a confirmar la fuerza que tienen los centros de población entre ellos, pero, donde el más dinámico es el quien marca las pautas del impacto.

Matemáticamente, esto se representa:

$$I = K \frac{N_1 N_2}{d^2}$$

Donde:

I = número de viajes entre los dos núcleos.
N₁ y N₂ = poblaciones respectivas de los núcleos 1 y 2.
d = distancia entre los dos núcleos.
k = constante.

Para ser más explícito en la ecuación matemática, lo plantearemos del siguiente modo, este ejemplo se puede comparar con lo planteado por Bernard, C., (1989):

$$F = G \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

Donde:

F = fuerza con que cada masa atrae a la otra.

M₁ y M₂ = tamaños de las masas o población. Es decir, centro *i* y el centro *j* o también la población 1 y población 2.
d = distancia que las separa entre centros de población.
G = constante universal, la fuerza de gravedad.

De esta manera podemos definir la ecuación como una interacción entre habitantes que se establece por medio de dos áreas de actividad humana creando una fuerza atractiva entre ellas; pero por otro lado, el espacio físico sobre el que se desarrolla la interac-

ción determina por tanto, un roce a la acción de ésta. Asimismo, obtendremos que existe realmente una influencia de un área sobre la otra, determinando que de una población es más activa y dinámica que la otra, y tiende cada vez a concentrar tanto población como los servicios necesarios para seguir con la interacción entre ellos.

La aseveración que hemos hecho deviene de la segunda Ley de Newton (Bernard, 1989); traspolando hacia nuestro análisis, con toda proporción guardada, se dice que el cambio de movimiento o desplazamiento de un punto a otro es proporcional a la fuerza que tiene la población cuando ocurre, tomando en cuenta la distancia entre ambas poblaciones. Lo que confirma que existe una fuerza de atracción mutua, donde cada centro de población atrae al otro con una fuerza de idéntica magnitud, pero, donde la población con mayor dinamismo es la que logra influir su peso sobre el más pequeño. Al mismo tiempo necesita del segundo, pese a tener un peso y dinamismo menor, no obstante esta relación es la que convierte a la primera su razón de existir.

Si analizamos para nuestro estudio algunos centros de población como Sabadell y Barberá del Vallés tendríamos la interacción siguiente, con respecto a la movilidad urbana entre las dos ciudades (Dinàmiques Metropolitanas a l'àrea i la Regió de Barcelona, 1995), obtendremos los desplazamientos que podrían efectuar entre los dos centros de población con dinamismo para ambos:

Con base en la movilidad de 1996:

Sabadell = 3201 habitantes

Barberá del Vallés = 2114 habitantes

$$F = G \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

$$F = 9,81 \frac{3201 \times 2114}{(10)^2 \text{ Km}} = 9,81 \frac{6766914}{100} = 663834.3 \text{ desplazamiento/año.}$$

Nos indica que existe una posible movilidad constante entre los dos municipios y con preponderancia hacia Sabadell.

De esta manera podemos verificar y constatar el modelo con respecto a los siguientes municipios, a nuestro juicio los más dinámicos y de tendencia hacia la consolidación del área metropolitana:

Sabadell = 2193	Sabadell = 4280	Sabadell = 1148	Terrassa = 3426
Terrassa = 2344	Barcelona = 3301	Cerdanyola = 1047	Barcelona = 2471

Terrassa = 2344	San Cugat = 6823	San Cugat = 1020	San Cugat = 721
Rubí = 1631	Barcelona = 3586	Rubí = 1674	Cerdanyola = 821

$$F = G \frac{M_1 * M_2}{d^2}$$

$$F = 9.81 [2193 * 2344]/(8.5)^2 = 697955 \text{ (Sabadell-Terrassa)}$$

$$F = 9.81 [4280 * 3301]/(16.5)^2 = 509085 \text{ (Sabadell-Barcelona)}$$

$$F = 9.81 [1148 * 1047]/(9)^2 = 145570 \text{ (Sabadell-Cerdanyola)}$$

$$F = 9.81 [3426 * 2471]/(30)^2 = 92275 \text{ (Terrassa-Barcelona)}$$

$$F = 9.81 [2344 * 1631]/(9)^2 = 463016 \text{ (Terrassa-Rubí)}$$

$$F = 9.81 [6823 * 3586]/(16)^2 = 937594 \text{ (San Cugat-Barcelona)}$$

$$F = 9.81 [1020 * 1674]/(5.6)^2 = 534132 \text{ (San Cugat-Rubí)}$$

$$F = 9.81 [721 * 821]/(6.5)^2 = 137442 \text{ (San Cugat-Cerdanyola)}$$

$$F = 9.81 [4904 * 3235]/(15)^2 = 691690 \text{ (Cerdanyola-Barcelona)}$$

$$F = 9.81 [270 * 217]/(12)^2 = 3991 \text{ (Cerdanyola-Rubí)}$$

$\sum F = 4'212,750$. Desplazamientos posibles en el área compuesto por los municipios considerados para el análisis.

En los términos de Benjamín, R. (1978), es la cuantificación de la interacción total entre los dos centros de población. Es decir, la capacidad que podrían soportar los municipios entre sí, como un impacto del desplazamiento durante el día. Pero también podría significar a la cuantificación de la fuerza de atracción ejercida por un foco, en competencia con otro, sobre un tercer punto situado entre los dos. Hipótesis que hemos manejado entre los municipios que tenemos para ser el estudio.

Por otra parte, el valor de la sumatoria se puede considerar en tanto, la fuerza que existe entre la zona con relación directa hacia los municipios, a su vez, éstos tienen mayor influencia social, económica y sectorial. Pero, siguiendo nuestro análisis, nos remite a traspasar la interrelación de la movilidad que con posibilidad se desplazará interco-

marcamente, o sea, solo respecto a los municipios analizados, de esta forma podríamos continuar con los otros municipios. Sin embargo, el modelo aplicado tiene la capacidad para demostrar el planteamiento propuesto. Es decir, que existe una fuerza capaz de atraer a la población de un centro hacia otro. Dependiendo, como lo hemos expuesto, de las condiciones necesarias y de los elementos que provoquen la atracción.

Con respecto a los municipios de origen, existe una preponderancia que es directamente proporcional al número de desplazamiento e inversamente al cuadrado de la distancia que existe entre los dos puntos de las poblaciones. Tanto el origen como el destino de la movilidad tienen un peso específico dentro del flujo de personas debido a las diferentes actividades que se generan al interior de las ciudades. Sin embargo, pese al mayor número de desplazamientos que se dirigen hacia un determinado lugar o centro de trabajo, disminuye el peso específico debido a la distancia, en tanto se reduce la fuerza que tienen entre las dos ciudades. Lo anterior no indica que disminuya el dinamismo, podría influir relativamente la distancia, pero la fortalece de alguna manera; otro elemento que interviene para determinar el peso importante de algunos de los municipios es la estructura productiva y el nivel jerárquico de las actividades económicas. Como es el caso de Barcelona con relación a Sabadell y Terrassa.

No obstante, la relación contraria a las distancias sí corrobora la hipótesis del peso específico entre municipios, es decir, mientras más cortas se encuentran es más dinámica la influencia que interactúan los municipios; de ahí que, los municipios con más población y más diversificación de sus actividades económicas serán las que absorberán a los municipios del entorno metropolitano. Por ejemplo, Sabadell con Barberá del Vallés, Polinyà, Santa Perpetua de Mogoda y Sentmenat; Barcelona con San Cugat, Cerdanyola, etc. Estos municipios se encuentran prácticamente dentro de las áreas de influencia de las metrópolis.

De ahí que las ciudades con más de 100 mil habitantes tengan una fuerza suficiente para poder influir hacia las pequeñas poblaciones. Los resultados anteriores que hemos obtenido en el modelo nos indica, entonces que, y a manera de hipótesis de trabajo nuevamente, existe cada vez más una tendencia de la ciudad a conformarse de manera dispersa y funcional a las actividades que se desarrollan tanto al interior de los centros de población como a en la propia periferia del área metropolitana. En consecuencia, el consumo de energía para el desplazamiento se incrementará conforme pasan los años, lo que convierte al área en un crecimiento no sostenible para un futuro no tan lejano.

Si aplicamos el modelo de la *interacción* o *Interdependencia*, para hacer una estructura analítica que nos esclarezca empíricamente las interdependencias entre variables indicativas del tamaño y complejidad funcional de los centros de población y las características de sus áreas, nos arrojará un valor aproximado de desplazamiento. En este sentido sólo hemos utilizado la población que se desplaza por motivos de trabajo, es decir, la relación residencia-trabajo (movilidad obligada). En consecuencia, con base en la ecuación siguiente, del mismo Britton:

$$P = \pi * D^2 * d$$

Donde:

P = sea el número de desplazamiento que deseamos obtener.

D = el promedio de las distancias de los municipios que hemos utilizado para el modelo anterior.

d = la densidad, la hemos obtenido de la sumatoria del desplazamiento entre la suma de la movilidad de origen de los municipios.

El valor que obtuvimos de 79936, es la movilidad que se generaría durante un día en el marco de los municipios de la región. O también como dijimos en el ejemplo mencionado, es la cuantificación entre las interacciones de los dos centros de población. Que es lo mismo decir, la cuantificación de la fuerza de atracción ejercida por un municipio con relación a otro u otros.

En forma esquemática podríamos plantear el modelo en la Figura 9-1. Basta con tomar en cuenta que de los centros de población considerados, se puede comprender que como centro de atracción dominante respecto a los municipios que se localizan en el entorno inmediato de la zona de influencia de la metrópolis, también, implica que tiene una fuerza suficiente para influir en el municipio y a su vez lo atrae hacia su zona de dominio. Lo que nos indica que es una relación constante de atracción, siempre y cuando existan las condiciones necesarias para la atracción y para el mantenimiento de las actividades con las cuales se identifica de los otros municipios. Donde el punto “A” confluyen flujos distintos y/o desplazamientos que lo fortalecen, asimismo podríamos considerar el punto “B” con las posibilidades de atracción. Sin embargo, en nuestro caso, es el punto “A” es quien tiene mayor atracción. Aunque también lo sería “B”, pero, depende de las condiciones de atracción de ésta para igualar al primero. Como el primero influye en la zona de estudio podría ser tanto Sabadell como Terrassa y el segundo lo serían Rubí, San Quirze o Barberá del Vallés, entre otros municipios.

Sea entonces el ejemplo, una primera aproximación al trabajo de investigación como un modelo para evaluar nuestra hipótesis de estudio.

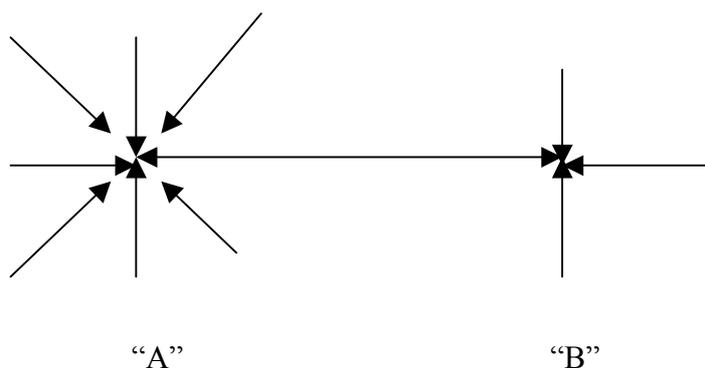


Figura 9-1. Modelo propuesto.

9.2. Modelo de Atracción e Interdependencia Espacial para Puebla

Siguiendo el modelo anterior lo aplicaremos para el caso de Puebla:

$$F = G \frac{M_1 * M_2}{d^2}$$

Dada la información que contamos hasta el momento que ha sido sólo en función de los datos obtenidos por sumatorias de la movilidad producida en el grueso de los municipios que componen al ZMCP, hemos utilizado para ello, los valores en términos generales. De ahí que no se exprese de la misma forma como fue aplicada en el caso del Vallés. Sin embargo, la metodología, las herramientas teóricas y la conjunción del modelo matemático, serán los elementos imprescindibles para posibles planteamientos en un futuro en la academia de Planificación Urbana Regional del Instituto Politécnico Nacional. En tanto, cumple de cierta manera parte de los objetivos que tenemos planteado desde un principio en el capítulo I de la tesis.

Por tanto, haciendo hincapié en la aseveración planteada, nos queda por aplicar el modelo anterior y analizar en qué sentido las fuerzas que se generan en la ZMCP, y los municipios que la componen presentan algún peso específico para la conformación del territorio. Nuevamente utilizaremos los desplazamientos de la movilidad por motivos de trabajo y estudio que llegan principalmente a Puebla como la ciudad central en el contexto de la estructuración del espacio territorial del área en cuestión.

Utilizamos para ello, datos de origen y destino a la ZMCP. Tomando en cuenta que, este planteamiento se refiere a algunos de los municipios que tienen mayor peso en el área de influencia de Puebla; además por la información obtenida hasta el momento. De esta forma, tomaremos como paradigma de evaluación los municipios: San Pedro Cholula, San Andrés Cholula, Cuautlancingo, Juan C. Bonilla, San Martín Texmelucan y por supuesto Puebla, según datos de 1990.

33976 viajes/día, generados por los municipios anteriores que tienen destino a Puebla. De estos viajes el 54 % provienen de Cholula, con un 82 % en automóvil particular. 28960 viajes/día, que tienen como origen Puebla y destino a aquellos municipios. Y un promedio de kilómetros de los municipios de 30 Km. (datos del Programa Metropolitano de Vialidad y Transporte de la Ciudad de Puebla, 1991; Cabrera, V., 1994).

$$F = 9.81 \frac{33976 * 28960}{(30)^2} = 10'725,000 \text{ desplazamiento/día}$$

El valor que obtuvimos se refiere más en el sentido de un peso específico que tiende hacia la consolidación de la ciudad de Puebla como un centro dinamizador de la región.

Es también la cantidad que soportarían tanto los municipios como la ciudad de Puebla. Con base en los seis municipios, se pueden distribuir los desplazamientos generados en la ZMCP, se tendría entonces 1'787,500 desplazamientos al día. Sobre todo, por las actividades que concentra y centraliza con relación a los municipios que le circunscriben. El dato es un valor que ejemplifica la preponderancia del impacto que va teniendo Puebla, es decir, 370 veces multiplica la capacidad de la movilidad para llegar a su entorno metropolitano.

Ahora utilizaremos valores que corresponden a la población entre municipios para contrastar el modelo matemático. Sea entonces la misma ecuación sólo que con datos de población que tendría necesidad de desplazarse o en su caso la que realiza el desplazamiento residencia-trabajo, tal como lo indica en uno de los modelos enunciados anteriormente. Volviendo nuevamente a Britton, retomamos el modelo de *interdependencias*:

$$P = \pi D^2 d$$

Donde:

P = población servida

D = distancia máxima que recorren para desplazarse.

d = densidad de población.

Utilizamos la ecuación porque en un principio habíamos propuesto que una de las formas de crecimiento que ha adquirido Puebla es de forma concéntrica. De ahí la ecuación anterior.

En nuestro ejemplo, hemos utilizado la población de Puebla en 1990 y la movilidad del mismo año del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA).

1057454/33976 (podría ser la densidad de la población total, entre -para este caso ejemplificando- la movilidad que se genera por los municipios de la ZMCP, los mismos del ejemplo expuesto), el resultado es la población servida durante un mes; especialmente para una movilidad que va al trabajo. Sustituyendo los datos en la ecuación tendremos ahora con los valores dados:

$P = \pi D^2 d = [3.1416 * (30)^2 * 31.12] = 87990$ será la población que podría generarse por desplazamiento residencia-trabajo, del total que obtuvimos en la ecuación mencionada. O también como dijimos en el ejemplo anterior del Vallés, es la cuantificación entre las interacciones de los dos centros de población. Que es lo mismo decir, la cuantificación de la fuerza de atracción ejercida por un municipio con relación a otro u otros.

9.3. Diseño de un Modelo para una Política de Usos del Suelo

Retomaremos la base fundamental de un programa lineal y utilizaremos la Función Objetivo como instrumento de medición para maximizar y/o minimizar recursos, tal referencia lo expusimos en el capítulo VI; asimismo, plantear las condiciones o restricciones del problema que plantearemos. Siguiendo los análisis de Britton H., él nos sugiere en su investigación que, el modelo de simulación puede ser usado para verificar sólo un número limitado de alternativas de políticas, las cuales deben ser preparadas como *inputs* al modelo (Harris, 1975).

Supongamos que deseamos planificar para el año 2020 el área urbana del Vallés, con respecto a la utilización de la superficie del área urbana como meta de nuestro análisis. No obstante, con el fin de conceder un significado operacional a esta meta, se añadirán algunos elementos a considerar para un número de viviendas que se construirán de forma sostenible utilizando recursos públicos y privados. Por lo que este ejemplo será para una ciudad en concreto o en su defecto de todo lo que corresponde el área metropolitana del Vallés y/o Puebla, mismos, que nos arrojarán los datos necesarios. Para precisar en algunos ejemplos similares se podría retomar de los planteamientos de autores como Hsiao, Cleaver, (1987); incluso de Davis y Mckeown, (1986).

El número de unidades que deseamos maximizar en un periodo de años t , para el área n , se estima a través del funcionamiento de un modelo de simulación, por ejemplo: h_{nt} . Con respecto a la meta que planteamos, y suponiendo que se lleve a cabo, se limitará por la superficie real que existe para construir. El área total para la construcción (en cada área delimitada n), nos viene dado por el modelo de simulación: C_{nt} . Y suponiendo que existe una población demandante, B_t ; por lo que se debe determinar ¿cuánto del área puede ser aprovechado de forma que el número añadido de construcciones de vivienda sea tan sostenible como posible?, teniendo en cuenta las limitaciones de la superficie.

De esta manera tendremos los siguientes elementos: X_1 sea la fracción de un área tratada por construir, y q_1 la fracción restante por construir. De esta misma forma definiremos X_2 y q_2 y así sucesivamente hasta X_n y q_n . En consecuencia diríamos que estas son las incógnitas que el modelo ha de determinar. Finalmente, existe una posibilidad de que la superficie no se utilice del todo, dado que se restringe sólo hacia el área urbana. Previendo esta posibilidad, se hará que S_t sea la incógnita para la construcción del año próximo, y suponiendo que S_{t+1} sea para el próximo año. Deseamos determinar estas cantidades.

La representación matemática del modelo básico sería:

$$(1) \quad \text{Maximizar: } h_1x_1 + h_2x_2 + h_nx_n$$

$$(2) \quad C_{1t}x_1 + C_{2t}x_2 + C_{nt}x_n + S_{nt}x_n + S_t = B_t$$

$$(3) \quad C_{1(t+1)}x_1 + C_{2(t+2)}x_2 + C_{n(t+1)}x_n + S_{(t+1)} = B_{(t+1)}$$

$$(4) \quad X_1 + q_1 = I$$

$$(5) \quad X_2 + q_2 = I$$

$$(6) \quad X_n + q_n = I$$

La ecuación (1) es una proclamación matemática de la meta que tratamos de maximizar; lo que quiere decir, que esta es la función objetivo. En cuanto tengamos determinado el valor de la x , esta ecuación nos dirá cuántas unidades de vivienda se podrán construir.

Las ecuaciones (2) y (3) nos ayudan a asegurar que el modelo no puede ofrecer una solución que requerirá más superficie de los que se encuentran disponibles. Las ecuaciones del (4) a (6) procuran que cada $(x_n + q_n)$ vengán a sumarse.

Retomando la ecuación anterior, hemos replanteado nuestro problema de la siguiente manera.

Las variables a utilizar para maximizar un territorio y cuántas viviendas se pueden construir en una superficie de suelo urbano con restricciones de sostenibilidad serían con el siguiente planteamiento:

- **Sea X_k** = parte de la región k que se utilizará para edificar en el año j .

$$X_1, \dots, X_n$$

- **Costes**: tomando en cuenta que sean los coeficientes que multiplican a las variables en la Función Objetivo.

Donde tenemos nuevamente:

$h_{k, j}$ = viviendas que se pueden construir en la región k en el año j ; dividido por la superficie edificable.

Así tenemos que:

$$k = 1, \dots, n$$

$$J = 1 \dots 20$$

- **Coefficientes tecnológicos**: los definiremos como los elementos que multiplican a las variables en las restricciones.

Sea de esta forma:

$C_{k,j}$ = personas que pueden vivir en la región k en el año j , dividido por la superficie edificable.

Pero que

$K = 1 \dots n$

$J = 1 \dots 20$

- **Recursos**: para nuestro caso de estudio serán los números que aparecen a la derecha de las ecuaciones de restricción.

B_j = gente que entrará a vivir en el año j

$J = 1, \dots, 20$

B = número de la población demandante dividido entre 20 años.

Para $j = 1, \dots, 20$

- ***Función Objetivo:***

$$\text{Maximizar } [Z] = \sum_{j=0}^{20} \sum_{k=1}^3 h_{k,j} * X_{k,j}$$

Explicación:

$\sum_{j=1}^{20} h_{k,j}$ = viviendas que se pueden construir en la región k durante 20 años. Dividido entre la superficie edificable.

- ***Restricciones:***

A: territorio edificable.

B: número de población demandante dividido entre 20.

- Restricciones de demanda:

$$\sum_{k=1}^n C_{k,j} * X_{k,j} \geq B \quad j = 1, \dots, 20$$

- Restricciones de territorio:

$$\sum_{j=0}^{20} \sum_{k=1}^3 X_{k,j} \leq X_{k,j} \leq A \text{ (Este valor es igual a la superficie donde se desea construir).}$$

- Restricciones de presupuesto:

Sean, C_k : coste de una vivienda en la región k .
 D_j : presupuesto para el año j .

$$\sum_{k=1}^3 C_k h_{k,j} X_{k,j} \leq D_j \quad j = 1, \dots, 20$$

utilizando la siguiente ecuación del modelo:

$$\text{Maximizar } [Z] = \sum_{j=1}^{20} \sum_{k=1}^3 \eta_{k,j} X_{k,j}$$

$$= \eta_1 \cdot x_1 + \eta_2 \cdot x_2 + \dots \eta_n \cdot x_n$$

Planteamiento del problema: (El Vallés).
 (Con base en datos de Planejament Urbanístic i Usos del Sòl de la Regió I, any 1996).

j = años = 20

k = área construida = hasta 1996 = 111,45 Km².

X_k = superficie restante para construir viviendas solamente (27,71 km²). Para nuestro caso tenemos el valor de la subdivisión del terreno. Se construirá una fracción del mis-

mo. Como resultado de la propuesta $X_k = 27,71/3 = 9 \text{ km}^2$ (ésta es la superficie que se construirán viviendas porque existen tres tipos: Alto, Medio y Bajo).

h_{kj} = viviendas que se pueden construir en la región k en el año j (suponiendo que se construirán al año $3000/3 = 1000$ viviendas por municipio).

C_{kj} = gente que puede vivir en la región k en el año $j^{+1} = 1'174,096$

B_j = demanda de la gente (23,077 hab.) En el año j y que entran a vivir en el año $j^{+1} = 19$.

Población estimada al año 2020 = 1174096

$B_0 = 712,563$ (población inicial del año 2000).

$B_j = 23077 =$ (población final menos población inicial [año 2000] entre el número de años j^{+1} que demandará vivienda).

Datos aproximados:

Personas que pueden ocupar viviendas de tipo A = 6; M = 5; B = 4

- Costes de viviendas: tipo A = 35 millones de pesetas (100 m²). (3000 x 35 millones = 35'000,000,000: (costo total de las viviendas que se construirán en un año). Tipo “A”.
- Costes de viviendas: tipo M = 25 millones de pesetas (85 m²). (3000 x 25 millones = 25'000,000,000: (costo total de las viviendas que se construirán en un año). Tipo “M”.
- Costes de viviendas: tipo B = 15 millones de pesetas (65 m²). (3000 x 15 millones = 15'000,000,000: (costo total de las viviendas que se construirán en un año). Tipo “B”.

Total de presupuesto anual: 35'000,000,000

25'000,000,000

15,000,000,000

75,000,000,000 + 3,5 % de imprevistos = 101'250,000,000

Ptas.

Presupuesto anual: M = 101'250,000,000 pesetas.

Durante 20 años = 2'025,000,000,000 Ptas.

Donde:

$X_{k,j}$: parte de la región k que se edifica en el año j (con 60 variables).

$K = 1, 2, 3$

$$J = 1, \dots, 20$$

A: territorio edificable.

$h_{k,j}$: viviendas que se pueden construir en la región k en el año j dirigido por la superficie edificable.

$C_{k,j}$: personas que pueden vivir en la región k en el año j dividido por la superficie edificable.

B: número de la población demandante dividido entre 20.

Función Objetivo:

$$\text{Max } [Z] = \sum_{j=1}^{20} \sum_{k=1}^3 \eta_{k,j} X_{k,j}$$

$h_k X_k = N^\circ$ de viviendas construidas, durante 20 años del tipo k .

Restricciones:

1. de demanda:

$$\sum_{k=1}^3 C_{k,j} X_{k,j} \geq B \quad j = 1, \dots, 20$$

De territorio:

$$\sum_{j=0}^{20} \sum_{k=1}^3 X_{k,j} \leq A$$

2. de presupuesto:

Sean, C_k : coste de una vivienda en la región k .
 D_j : presupuesto para el año j .

$$\sum_{k=1}^3 C_k h_{k,j} X_{k,j} \leq D_j$$

$$j = 1, \dots, 20$$

Sustituyendo nuestros valores para el modelo tipo que hemos propuesto, tendremos los siguientes resultados:

Función Objetivo:

$$\text{Maximizar } [Z] = \sum_{j=1}^{20} \sum_{k=1}^3 \eta_{k,j} X_{k,j}$$

$$\hbar_1 X_1 + \hbar_2 X_2 + \hbar_3 X_3, \hbar_n X_n$$

restricciones del modelo:

$$1. \sum_{k=1}^3 C_{k,j} X_{k,j} \geq B$$

$$2. \sum_{j=0}^{20} \sum_{k=1}^3 X_{k,j} \leq A$$

$$3. \sum_{k=1}^3 C_k h_{k,j} X_{k,j} \leq D_j$$

PRIMERA HIPÓTESIS:

Resultados:

$$\text{Max. } [Z] = 36X_1 + 27.71X_2$$

Restricciones:

1. de demanda:

$$\sum_{k=1}^3 C_{k,j} X_{k,j} \geq B \quad 216 \times 27.71X_1 + 180 \times 27.71X_2 + 144 \times 27.71X_3 \geq 23077$$

$$5985X_1 + 4988X_2 + 3990X_3 > 23077$$

2. de territorio:

$$\sum_{j=1}^{20} \sum_{k=1}^3 X_{k,j} \leq A$$

$$27.71X_1 \leq 27.71$$

3. de presupuesto:

$$\sum_{k=1}^3 C_k h_{k,j} \leq D_j \quad (\text{en millones de pesetas})$$

$$35 \times 36 \times 27.71X_1 + 25 \times 36 \times 27.71X_2 + 15 \times 36 \times 27.71X_3 \leq 101250$$

$$34915X_1 + 24939X_2 + 14963X_3 \leq 101250$$

Valor de la Función Objetivo:

PRIMERA HIPÓTESIS. (sustituyendo valores):

1) 65

Variable	Valor	<u>reduce costos</u>
X ₁	0.0000	0.000000
X ₂	2.359	0.0000
X ₃	2.8338	0.0004

Max. [Z] = función objetivo:

$$36 X_1 + 27.71X_2 = 65.38 \quad \text{sustituyendo valores} = 36 \times (0) + 27.71 (2.3596) = 65.38$$

65.38 ✓ NÚMERO DE VIVIENDA QUE SE CONSTRUIRÁ AL MES.

restricciones:

1). De demanda:

$$5985X_1 + 4988X_2 + 3990X_3 \geq 23077$$

$$5985 \times (0) + 4988 \times (2.3596) + 3990 \times (2.834) \geq 23077$$

$$11770 + 11308 \geq 23077$$

- $23078 \geq 23077$ ✓ DEMANDANTES HASTA EL 2020.

2). De territorio:

$$27.71 \times (0) \leq 27.71$$

- $0 \leq 27.71$ ✓ SUPERFICIE PARA CONSTRUIR HASTA 2020.

3). De presupuesto: (en millones)

$$34915 \times (0) + 24939 \times (2.3596) + 14963 (2.8338) \leq 101250$$

$$58846 + 42402 \leq 101250$$

- $101248 \leq 101250$ ✓ PRESUPUESTO MENSUAL

SEGUNDA HIPÓTESIS.

Con un presupuesto de 90350 Ptas. (En millones).

Función Objetivo:

$$1) = 16.9298$$

$$36 X_1 + 27.71X_2 = 16.93$$

$$36 \times (0) + 27.71 (0.611) = 16.93$$

$$0 + 16.93 = 16.93$$

$$163 = 16.93 \checkmark \text{ NÚMERO DE VIVIENDA QUE SE CONSTRUIRÁN AL MES.}$$

Variable	Valor	<u>reduce costos</u>
X ₁	0.0000	19.43667
X ₂	0.619929	0.0000
X ₃	5.019929	0.000

Restricciones:

1). De demanda:

$$5985X1 + 4988X2 + 3990X3 \geq 23077$$

$$5985 \times (0) + 4988 \times (0.6199) + 3990 (5.0199) \geq 23077$$

$$0 + 3047.67 + 20030 \geq 23077$$

$$23078 \geq 23077 \checkmark \text{ DEMANDANTES HASTA EL 2020.}$$

2). De territorio:

$$27.71 \times (0) \leq 27.71$$

$$0 \leq 27.71 \text{ SUPERFICIE PARA CONSTRUIR HASTA 2020.}$$

3). De presupuesto:

$$34915 \times (0) + 24939 \times (0.6199) + 14963 (5.0199) \leq 2350350$$

$$0 + 15237.73 + 75114.26 \leq 90350$$

$$90351 \leq 90350 \checkmark \text{ PRESUPUESTO MENSUAL}$$

9.4. Interpretaciones de los Resultados

1. Para la primera hipótesis.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la función objetivo del modelo propuesto en el apartado anterior, nos indica que en El Vallés se puede construir al año hasta 4485 viviendas. Respecto a la cantidad anterior, se ha tomando en consideración las limitantes o restricciones de la superficie que está destinada solamente a la edificación de viviendas. Sobre este territorio se edificarán también las viviendas de los tres tipos que hemos considerado para el modelo: alto, medio y el bajo. Además, de las características que habíamos propuesto en el enunciado del problema, es decir, las dimensiones en metros cuadrados, habitantes posibles que podrían habitarla y el coste que pudiese tener cada una de ellas.

Por otra parte se tendría que la proyección de población hasta el año 2020, produciría una demanda de viviendas para 23143 habitantes por año. De ahí entonces, se deben construir 4485 viviendas para cubrir la demanda prevista. Dado que el Vallés Occidental está compuesta por 23 municipios, por tanto, con la población demandante que asciende por año de 23143, se obtiene al final 5 habitantes por vivienda (concuerta con la hipótesis de la densidad por vivienda). Sin embargo, con relación al periodo propuesto de una proyección hacia al año 2020, entonces se podría construir 89700 viviendas para una población que demandaría hasta ese año de 461540 habitantes, lo que resultaría la

misma densidad de 5 habitantes por vivienda. La propuesta nos indica que si podría ser sostenible tanto el territorio como la proyección de población hacia al año 2020.

Con relación al presupuesto. En este rubro, siguiendo con el presupuesto anual de 101'250,000,000 se plantea entonces que, si se puede cubrir para la construcción de ese número de viviendas. Dado que se tiene estimado construir 65 viviendas de tres tipos. En consecuencia, se obtendría 21.67 de tipo alto, medio y bajo. Al multiplicar por el precio propuesto por vivienda en total alcanzaría una suma de 1'650,000,000. Siendo el presupuesto anual de 101'250,000,000 Ptas. Entonces podría resultar sostenible. Sin tomar en cuenta algunas variables externa para mantener la sostenibilidad del territorio y de los recursos. Es decir, el entorno, como el paisaje, y los efectos medioambientales que podrían surgir como consecuencia de la edificación en el año proyectado. Este modelo desde el punto de vista hipotético, nos resulta viable.

Con relación a los costos ecológicos posibles que se producirían por la construcción de las viviendas en el Vallés, no se perciben por el momento en nuestro análisis. No obstante, siguiendo con los planteamientos propuestos por el *Planejament Urbanístic i usos del Sòl de la Regió I, de la Direcció de Urbanismo*, nos indica que son suelos destinados exclusivamente para usos residenciales. De ahí que, el impacto ecológico que provocaría la edificación, sería prácticamente muy bajo. En concordancia con los estudios realizados por la misma planeación urbanística del Vallés, hemos coincidido en la propuesta para los usos del suelo de baja densidad, además, de la relocalización y usos del territorio.

SEGUNDA HIPÓTESIS

El resultado de la segunda hipótesis nos demuestra lo siguiente:

Que sí se puede construir también 1173 viviendas por año. Para la misma demanda de habitantes. Sólo que con un presupuesto anual de 90'350,000,000, en definitiva se concluye que se maximiza el presupuesto planteado.

9.5. Modelo para la Zona Metropolitana de Puebla.

Planteamiento del problema: (Zona Metropolitana de Puebla).
(Con base en datos aproximados del área metropolitana).

$j = \text{años} = 20$

$k = \text{área construida} = \text{hasta } 1990 = 176,15 \text{ Km}^2$.

$X_k = \text{superficie restante para construir viviendas solamente } (40.0 \text{ km}^2)$. Para nuestro caso tenemos el valor de la subdivisión del terreno. Se construirá una fracción del mis-

mo. Como resultado de la propuesta $X_k = 40.0/3 = 13.33 \text{ km}^2$ (ésta es la superficie que se construirán viviendas porque existen tres tipos: Alto, Medio y Bajo).

h_{kj} = viviendas que se pueden construir en la región k en al año j (suponiendo que se construirán al año $3500/3 = 1166.66$ viviendas por municipio).

C_{kj} = gente que puede vivir en la región k en el año $j^{+1} = 3'087,010$

B_j = demanda de la gente (1'230,667 hab.) En el año j y que entran a vivir en el año $j^{+1} = 19$.

Población estimada al año 2020 = 3'087,010

$B_0 = 1'856,343$ (población inicial del año 2000).

$B_j = 61533 =$ (población final menos población inicial [año 2000] entre el número de años j^{+1} que demandará vivienda).

Datos aproximados:

Personas que pueden ocupar viviendas de tipo A = 6; M = 5; B = 4

- Costes de viviendas: tipo A = 500 mil pesos (100 m²). (1167 x 500 mil = 583,500,000: (costo total de las 1167 viviendas que se construirán en un año). Tipo “A”.
- Costes de viviendas: tipo M = 250 mil pesos (85 m²). (1167 x 250 mil = 291'750,000: (costo total de las 1167 viviendas que se construirán en un año). Tipo “M”.
- Costes de viviendas: tipo B = 125 mil pesos (65 m²). (1167 x 125 mil = 145'875,000: (costo total de las 1167 viviendas que se construirán en un año). Tipo “B”.

Total de presupuesto anual: 583'500,000

291'750,000

145,875,000

1'021,125,000 + 3,5 % de imprevistos = 1'378,518,750 Pe-

sos.

Presupuesto anual: = 1'378,518,750 pesos.

Durante 20 años = 27'570,375,000 pesos.

Donde:

$X_{k,j}$: parte de la región k que se edifica en el año j (con 60 variables).

$K = 1, 2, 3$

$J = 1, \dots, 20$

A: territorio edificable.

$h_{k,j}$: viviendas que se pueden construir en la región k en el año j dirigido por la superficie edificable.

$C_{k,j}$: personas que pueden vivir en la región k en el año j dividido por la superficie edificable.

B: número de la población demandante dividido entre 20.

Función Objetivo:

$$\text{Max } [Z] = \sum_{j=1}^{20} \sum_{k=1}^3 \eta_{k,j} X_{k,j}$$

$h_k X_k = N^\circ$ de viviendas construidas, durante 20 años del tipo k .

Restricciones:

3. de demanda:

$$\sum_{k=1}^3 C_{k,j} X_{k,j} \geq B \quad j = 1, \dots, 20$$

4. de territorio:

$$\sum_{j=0}^{20} \sum_{k=1}^3 X_{k,j} \leq A$$

5. de presupuesto:

Sean, C_k : coste de una vivienda en la región k .

D_j : presupuesto para el año j .

$$\sum_{k=1}^3 C_k h_{k,j} X_{k,j} \leq D_j$$

$j = 1, \dots, 20$

Sustituyendo nuestros valores para el modelo tipo que hemos propuesto, tendremos los siguientes resultados:

Función Objetivo:

$$\text{Maximizar } [Z] = \sum_{j=1}^{20} \sum_{k=1}^3 \eta_{k,j} X_{k,j}$$

$$\hbar_1 X_1 + \hbar_2 X_2 + \hbar_3 X_3 \dots \hbar_n X_n$$

restricciones del modelo:

$$1. \sum_{k=1}^3 C_{k,j} X_{k,j} \geq B$$

$$2. \sum_{j=0}^{20} \sum_{k=1}^3 X_{k,j} \leq A$$

$$3. \sum_{k=1}^3 C_k h_{k,j} X_{k,j} \leq D_j$$

PRIMERA HIPÓTESIS:

Resultados:

$$\text{Max. } [Z] = 29X_1 + 40X_2$$

Restricciones:

4. de demanda:

$$\sum_{k=1}^3 C_{k,j} X_{k,j} \geq B \quad 174 \times 40X_1 + 145 \times 40X_2 + 116 \times 40X_3 \geq 61533$$

$$6960X_1 + 5800X_2 + 4640X_3 > 61533$$

5. de territorio:

$$\sum_{j=1}^{20} \sum_{k=1}^3 X_{k,j} \leq A$$

$$40X_1 \leq 40$$

6. de presupuesto:

$$\sum_{k=1}^3 C_k h_{k,j} \leq D_j \quad (\text{en millones de pesos})$$

$$500 \times 29 \times 40X_1 + 250 \times 29 \times 40X_2 + 125 \times 29 \times 40X_3 \leq 1'378,518$$

$$580X_1 + 290X_2 + 145X_3 \leq 1'378,518$$

Valor de la Función Objetivo:

PRIMERA HIPÓTESIS. (sustituyendo valores):

1) 1901

Variable	Valor	<u>reduce costos</u>
X ₁	0.00	51.000000
X ₂	47.535	0.0000
X ₃	0.0000	20.00

Max. [Z] = función objetivo:

$$29 X_1 + 40X_2 = 1901.4 \quad \text{sustituyendo valores} = 29 \times (0) + 40 (47.535) = 1901.4$$

1901 ✓ NÚMERO DE VIVIENDA QUE SE CONSTRUIRÁ AL MES.

restricciones:

1). De demanda:

$$6960X_1 + 5800X_2 + 4640X_3 \geq 61533$$

$$6960 \times (0) + 5800 \times (47.535) + 4640 \times (0) \geq 61533$$

$$0 + 275,703 + 0 \geq 61533$$

- $275,703 \geq 61533$ ✓ DEMANDANTES HASTA EL 2020.

2). De territorio:

$$40 \times (0) \leq 40$$

- $0 \leq 40$ ✓ SUPERFICIE PARA CONSTRUIR HASTA 2020.

3). De presupuesto: (en millones de pesos)

$$58000 \times (0) + 29000 \times (47.535) + 14500 \times (0) \leq 137851$$

$$0 + 137851 \leq 137851$$

- $137851 \leq 137851$ ✓ PRESUPUESTO MENSUAL

9.6. Comentarios Generales del Modelo

Con base en el planteamiento de la Investigación de Operaciones que expusimos en el capítulo VI, y habiendo utilizado para nuestro estudio la metodología de la Programación Lineal, proponemos lo siguiente. Técnicamente, siguiendo el análisis de Taha, es un programa lineal porque todas sus funciones (restricciones y objetivos) son lineales. La linealidad implica que se cumpla las propiedades de *proporcionalidad* y de *aditividad*, (Taha, 1991).

1. Desde la perspectiva que hemos estudiado, concluimos que la *proporcionalidad* requiere que la contribución de cada variable (por ejemplo h_k y X_j) en la Función Objetivo o uso de los recursos sea directamente proporcional al nivel (valor) de la variable.
2. La relación que fuimos obteniendo del modelo, se alcanza una *aditividad* que ha requerido que la función objetivo se logró por medio de la suma directa de las contribuciones individuales de las variables propuestas. Es decir, de forma análoga, el primer miembro a la izquierda de cada restricción debe ser la suma de los usos individuales de cada variable de recurso correspondiente; en tanto nuestro planteamiento se refiere justamente a las viviendas a construir.
3. Según los datos del modelo contribuyen a determinar que el total del área se construirán viviendas de acuerdo al número maximizado, con relación directa a la superficie destinada o reservada para el rubro considerado, de esta manera

se logra en parte demostrar nuestra hipótesis de proyección hacia una edificación sostenible.

4. El modelo es capaz de incluir los años proyectados, de esta manera, es posible incluir más áreas para distribución el número de viviendas a construir, mismos que estarán en función de la superficie y del número de habitantes. El objetivo perseguido, también puede ser evaluado para otros problemas planteados que serían sustituidos en las diferentes ecuaciones para la función objetivo.
5. Del modelo propuesto y las restricciones que aplicamos, es posible incluir otras restricciones, además, de las limitaciones del territorio y de los habitantes posibles para habitarlas. Por ejemplo, puede que convenga incrementar el número de viviendas cada año como objetivo. Pero, si hubiese más tratamientos posibles que puedan ser aplicado a la misma área u otras, el modelo podría ayudar a elegir la mejor de las alternativas.

Sin embargo, con base en la representación matemática del modelo y como lo planteamos al principio del presente capítulo, la realidad de las cosas no se puede incorporar todas las características de la verdadera situación a la que estamos analizando. Ahora podríamos hacernos una pregunta: ¿qué importancia tienen esas limitaciones? Quizá se podría dar respuesta siguiendo en parte alguna de estas:

- a. Llevar a la práctica los puntos 4 y 5 significaría que debe pedirse al modelo que ayude a elegir una alternativa de entre muchas para el área propuesta, pese a que esté delimitada por una fracción del territorio como una restricción del planteamiento del problema.
- b. La utilidad del modelo depende, también, de la cantidad y calidad de los datos que se puedan obtener. Aunque sean hipótesis, la aproximación a la realidad será mucho más real si se cuenta con la información de primera mano o de datos primarios.
- c. El modelo planteado da por supuesto que la planificación o la construcción de las viviendas en el municipio tiene solamente un objetivo que no puede ser alcanzado a causa de ciertas restricciones o condicionantes. No obstante, los programas de edificación de viviendas de los municipios se contempla por numerosos objetivos.
- d. La gestión del modelo ofrece interesantes atributos pedagógicos, como lo señala Wilbur A. S. (1975), esta es en parte uno de los objetivos que se persigue con este tipo de modelos, planteado en principio en el capítulo I. La confección de este modelo nos ha servido como una disciplina para transmitir a nuestros alumnos, permitiéndoles explorar sistemáticamente muchos aspectos del desarrollo urbano.

Bibliografía

- Cabrera, Becerra V. (1994): "*Políticas regionales y configuración espacial de la Región centro de Puebla, 1970-1990*". Facultad de Arquitectura. Unidad de Estudios de Posgrado. BUAP. Puebla, México.
- Cohen, Bernard, I. (1989): "*El nacimiento de una nueva física*". Alianza Universidad, Madrid.
- Dinàmiques Metropolitanes a l'àrea i la Regió de Barcelona, (1995). Mancomunitat de Municipis.
- Harris, Britton (1975): "*Modelos de desarrollo urbano*". Colección de urbanismo OIKOS-TAU. Barcelona.
- Hsiao, J. C. y Cleaver, S. David, (1987): "*Administración. Aplicaciones de Técnicas de Investigación de Operaciones*". Ed. Limusa. México, D.F.
- Nicolis, Grégoire y Prigogine, Ilya (1994): "*La estructura de lo complejo*". Alianza Universidad", Madrid.
- Página de Web: <http://www.idescat.es>
- Planejament Urbanístic i Usos del Sòl de la Regió I, (1996). Generalitat de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. Direcció General d'urbanisme.
- Programa Metropolitano de Vialidad y transporte de la ciudad de Puebla, (1991). Dirección General de Desarrollo Urbano Municipio de Puebla (Informe Final).
- Reif, Benjamín (1978): "*La construcción de modelos matemáticos*", Cáp. 5; Modelos en la planificación de ciudades y regiones. Instituto de Estudios de Administración Local. Nuevo urbanismo, 27. Madrid, 1978.
- Roscoe, Davis K., y G., Mckeown Patrick (986): "*Modelos cuantitativos para administración*". Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F.
- Scheifler, M^a Antonia (1991): "*Economía y espacio. Un análisis de las pautas de asentamiento espacial de las actividades económicas*". Universidad del País Vasco. Servicios Editorial, Bilbao.
- Schrage, Linus (1995): "*Lindo Software*". Boyd & fraser publishing company, Danvers, Massachusetts. USA.

- Steger, Wilbur A. (1975): *“El modelo de simulación de renovación urbana de Pittsburg”*. Capítulo VII; en Britton Harris: Modelos de desarrollo urbano. Ed. Oikos-Tau. Barcelona.
- Taha, Hamdy A. (1991): *“Investigación de Operaciones”*. 2ª edición. Co-edición; ra-ma-Alfaomega. México, D.F.
- Van Gigch, John P. (1981): *“Objetivos, prioridades y cambios”*, Cáp. 6. teoría general de sistemas aplicada. Ed. Trillas. México.

CAPÍTULO X

A MANERA DE CONCLUSIÓN

10. A Manera de Conclusión

Conbase en la investigación desarrollada, logramos comprender la importancia que tienen ciertos fenómenos en la estructuración del territorio. Entre los factores que han destacado y también ha preocupado son los siguientes: la evolución del desarrollo urbano, y el crecimiento de la movilidad urbana. Como partes de un mismo problema, sí nos pueden ayudar a explicar las transformaciones sucesivas del territorio en constante transformación. De ahí entonces, la información utilizada en principio, es decir, las diferentes escuelas de pensamiento, nos ayudaron a contextualizar los fenómenos en cuestión, y fue parte de la estrategia como del procedimiento para comprender los procesos que han originado la conformación y utilización de los usos del suelo de las dos áreas urbanas: el Vallés y Puebla. En tanto comprender esta evolución desde una perspectiva sostenible fue el reto que nos llevó en nuestro trabajo. No obstante, ello implicó que el estudio se haya delimitado en esos términos, cuando por otra parte exigía que explicásemos las vicisitudes y contradicciones de aquellos fenómenos, desde el ámbito de la estructura actual y con referencias a las últimas décadas del siglo pasado.

De esta manera, los puntos planteados a continuación se enmarcan a modo de una preocupación, al tiempo que son algunas interpretaciones sobre la expansión que enfrentan hoy día las dos áreas metropolitanas estudiadas: el Vallés y Puebla. Si partimos de elementos vinculados entre sí tales como la *movilidad urbana* y la *expansión de la estructura territorial*, incluso producto de múltiples procesos, hoy tienden hacia la integración, disgregación y dispersión que se difunden en gran parte del territorio de ambas metrópolis. En consecuencia, los espacios o usos del suelo destinados a funciones que tenían un origen de carácter agrícola, de preservación para áreas verdes, hoy han tomado otro carácter para anexarse a la estructura territorial urbana; se transforma para dar paso a la nueva composición de la trama urbana con un crecimiento que, lejos de ser armónica con el entorno se vuelve insostenible. Un fenómeno que se orienta hacia más allá de las fronteras de lo estrictamente metropolitano para alcanzar a un ámbito regional, en tanto también tiene sus respuestas en la estructura de un territorio en transformación dinámica: concentración y dispersión de forma dialéctica.

Con base en nuestra propuesta original, hemos delineado, en lo posible al remarcar que, el desarrollo sostenible debe dar cuenta de tres grandes objetivos, a saber: el crecimiento económico, la equidad social y la sostenibilidad ambiental, los cuales se encuentran estrechamente articulados entre sí. Para ello, intentamos avanzar hacia esa dirección y destacamos que en ese ámbito, el desarrollo urbano está inmerso dentro de los objetivos que defiende el desarrollo sostenible. Si bien uno de los factores que debíamos considerar en la investigación como es el económico, no lo hemos abordado tan ampliamente como deseáramos, debido a que nos cambiaría el rumbo de los objetivos trazados.

Por el momento sólo se vislumbra la posibilidad de que el plano económico sirva de articulador, pero ello sólo se podrá establecer cuando sea posible cuantificar el valor de una serie de elementos sociales y ambientales, tomando decisiones con respecto a la orientación del desarrollo y recurriendo a otras técnicas que aún no se toman en consideración, coincidiendo con Dourojeanni, A., (1993).

En términos generales hemos llegado a los siguientes puntos más sobresalientes:

- 1) En lo que respecta al área central del Vallés, tomando en cuenta que ha perdido población en la misma proporción que ha ganado algunos municipios del área metropolitana, consideramos que va existiendo una compensación alrededor de la conurbación, compuesta por sus 23 municipios. Con la distribución de la población sobre el territorio se dinamizan también los flujos de una movilidad* que va en aumento sobre todo, de residencia-trabajo y la que deriva de los desplazamientos de segundas residencias, como el ocio, etc. De esta manera se incrementa la relación entre las ciudades centrales (Sabadell, Terrassa, San Cugat, entre otros) y el resto de los municipios, a su vez hace crecer la movilidad interurbana. En consecuencia, para seguir manteniendo la dinámica de cohesión territorial de este modelo de ciudad es necesario entonces el fortalecimiento de la red viaria, de los modos de transporte, como del incremento del automóvil privado y su correlato mayor consumo de energía, en tanto se generaliza los desplazamientos de la movilidad.
- 2) Los espacios conquistados más allá de los límites del área metropolitana, están cambiando los criterios de la movilidad y por supuesto de la red viaria, sobre todo hoy día, se replantea la idea de precisión del desarrollo urbano; en tanto que las delimitaciones que se tiene programado para el crecimiento urbano y de tomar en cuenta los planes actuales de forma funcionalista, la evolución de las ciudades con más de 100 mil habitantes tenderá hacia una expansión dispersa, difusa y segregada en lugar de orientarse hacia un modelo de ciudad compacta. Tomando en cuenta que la tasa de crecimiento anual acumulado fue de 1,38 %, aún mayor que en el contexto catalán de 0,10 %. Lo que trae como consecuencia en este sistema urbano difuso, dificultad de la movilidad; también implica mayor consumo de energía, infraestructura de transporte, y de continuar con este proceso, mermará irreversiblemente el sistema natural, reubicando nuevas urbanizaciones en las periferias.
- 3) Hoy en día, los emplazamientos o relocalización de las segundas residencias en las áreas periféricas de baja densidad, por cierto un tanto *difusos**, presentan una ten-

* Aquí utilizamos una aproximación conceptual de movilidad urbana, es decir, como el desplazamiento de la población trabajadora que parte como punto de origen de su residencia hacia su centro de trabajo, así como de las personas que estudian y van de la universidad-residencia. Sin tomar en cuenta otras especificidades de carácter económico, político y social. Por el contrario es un concepto que nos ayuda a determinar ciertos parámetros de cuantificación para nuestro caso de estudio. En tanto retomamos los mismos planteamientos que hacen los autores mencionados en torno a la movilidad urbana y de esta manera contextualizar el estudio en cuestión.

** Aquí nos referimos a la “ciudad difusa”, como un espacio del territorio que se difunde entre la ciudad central, la periferia y los nuevos emplazamientos del proceso de descentralización que adquiere la ciudad metropolitana. Más que una especificidad de la ciudad compacta hoy es la expresión de las múltiples intercomunicaciones que desarrollan las piezas que constituyen la metrópoli y su área de influencia. Se pierde la delimitación jurídica-política de una ciudad central para restablecer un territorio más amplio y complejo integrando fragmentos sueltos que antes eran los “satélites” sin precisión. De ahí la extensión que se diluye entre su forma anterior y la readaptación del presente para conformar un área que se difunda entre lo construido y lo vacío, lo edificado y lo reconstruido. Pero, al mismo tiempo que sucede lo anterior, y desde la perspectiva de sostenibilidad implica un incremento en el consumo de energía y materia, aumentan los residuos que en ocasiones ya no son biodegradables ni reciclables; se incrementan los usos del automóvil particular y la contaminación medioambiental se degrada constantemente. En suma, es un crecimiento o una difusión de las condiciones generales para la reproducción de la ciudad insostenible.

dencia de alargamiento que van sin duda en detrimento de la movilidad (factor de expansión espacial), de donde ésta demanda de nuevos servicios entre los que podemos mencionar: los de salud, educación, vivienda, super e hipermercados en las afueras de la ciudad. Aquí el transporte tiene un peso importante en la estructuración del territorio, en la extensión e integración de la periferia y, por tanto, de los municipios que actúan en el área metropolitana.

- 4) Hemos concluido que la movilidad urbana, tiene entre sus orígenes una diversidad de elementos que la entrelazan y la obligan a desplazarse hacia más allá de su punto de origen. De ahí que tanto la movilidad que se origina por la relocalización de las actividades económicas, como por éstas mismas; por otra parte, se vinculan mutuamente de tal manera que presentan el mismo origen y las mismas funciones en el entramado urbano. Sin embargo, cada cual tiene su propia especificidad y bien delimitadas. Mientras que la movilidad se confunde entre los que se desplazan diariamente y los que lo hacen sólo los fines de semana. De todas maneras, la movilidad se desplaza y cada vez tiende a dispersarse hacia los límites de los otros municipios que se localizan en la periferia de estas ciudades estudiadas. Aunado a las necesidades de las actividades económicas y las segundas residencias. Por cierto esta última podría jugar un papel importante en la nueva relocalización de las actividades económicas, de ocio, de recreación como clubes privados, etc.

Otras características que podría tener la movilidad:

- a). En términos generales podemos mencionar que, los desplazamientos y la distribución de ciertas actividades económicas, en el Vallés, obedecen a una lógica de una distribución concertada del territorio.
 - b). La construcción de las viviendas de segunda residencia obedecen también a la demanda de una población que tiene poder adquisitivo y cierto estatus económico para consumir prototipos edificados de viviendas en las áreas de atracción, conjugándose con el entorno (aproximarse a la naturaleza).
- 5) Los usos del suelo, con respecto a su distribución en la parcelación y su edificación, también están en consonancia con las actividades económicas, incluso el desarrollo se teje entre el espacio construido y las piezas sueltas de parcelas en consolidación. La estructura del espacio urbano del Vallés se presenta con el esquema que proyectan los ejes territoriales ya consolidados o de nueva creación basados en las infraestructuras, por ejemplo: la autopista A-16, la autopista a Manresa con la tercera ronda, (Solans, 1998) entre otras, siguen estructurando la conformación geográfica del territorio. Lo mismo con el corredor de la B-30 o tercera ronda metropolitana entre Cerdanyola, San Cugat y Ripollet, igualmente con la autopista libre de peaje entre el sistema del Llobregat y entrelaza el Vallés, estas infraestructuras denotan un peso específico para la localización de diversas actividades fundamentales para la ciudad metropolitana: parques tecnológicos, industrias electrónicas, laboratorios farmacéuticos, centros de Desarrollo + Investigación (Universidades, por ejemplo en San Cugat), Centros comerciales, ocio, etc.

- 6) Existe una tendencia dinámica de crecimiento de las actividades económicas; por ejemplo, la reubicación de la población hacia municipios con sus respectivas tasas de crecimiento Castellbisball (6,11 %), Gallifa (12,28 %), Matadepera (6,04 %), Palau de Plegamans (6,80 %), Rellinars (7,86 %), San Cugat del Vallés (5,35 %), Varcariesses (19,28 %) y Viladecavalls (8,68 %), provocarán mayor demanda de servicios, vivienda, infraestructura, etc., y en consecuencia, un consumo ingente de materia de energía. Por otro lado, la modernización del transporte, la intensificación de la red viaria y los desplazamientos de la movilidad, están replanteando el uso del espacio para que la sociedad metropolitana se inserte e incida en la transformación del territorio. Lo que se estaba apuntando desde aquella idea del modelo tradicional de ciudad compacta y compleja hoy está en entredicho, ¿cómo se planteará el espacio de una nueva estructura urbana energívora, extensa, especializada y readaptada a la funcionalidad que exige la sociedad?. La movilidad en este sentido integra y dispersa el territorio. Según investigadores como Oriol.Nelo, (1998), en dos de cada tres municipios del área metropolitana más de la mitad de los ocupados trabajan fuera de su lugar de residencia, un ejemplo lo demuestra en el caso de Matadepera a Barcelona, Alella a Sabadell, entre otros municipios del Vallés.

- 7) La tendencia de crecimiento metropolitano que logramos encontrar entre el Vallés y Puebla y que, además, las hacen similares de manera cuantitativa y cuantitativamente es con relación a la configuración de un área que se dibuja en:
 - a) Zonas dormitorios con acceso a una red viaria en expansión. Para la primera, en crecimiento y funcional que integra territorios, al tiempo que las dispersa y emplaza una trama difusa. Municipios como: Castellbisbal, Rubí, Viladecavalls, Ullastrell, respecto a la influencia de Terrassa. Sant Quirze, Barberá del Vallés, Polinya, Sentmenat, Palau de Plegamans, Santa Perpetua de M., zona de influencia de Sabadell.

 - b) Las actividades productivas que se desarrollan en las áreas metropolitanas (o las estructuras espaciales) exigen de más transportes y su correlato de la red viaria, que a su vez vienen a establecer las especificidades de las formas del crecimiento metropolitano; en cuanto a la trama urbana se desprende una integración espacial que se organiza en torno a los emplazamientos construidos en parcelas delineadas por la red viaria y la demanda de la movilidad. Sin embargo, los emplazamientos edificados en coyunturas económicas o por la demanda de un proceso de descentralización (hasta mediados de los años setenta en el Vallés) emergen en el territorio como consecuencia de los elementos anteriores, es decir, infraestructuras, vialidad y la modernización del transporte y por el modelo funcional de crecimiento.

 - c) Existe una configuración del territorio comarcal y los sistemas urbanos que muestran claramente que el territorio se apunta básicamente entorno a dos centros importantes entre Sabadell y Terrassa. Estas dos capitales son las piezas motrices del Vallés y clave en la transformación comarcal. Como hemos planteado en el capítulo VI, fue el periodo de los sesenta cuando experimentó un proceso interno e intenso de industrialización, y por supuesto de expansión urbana de crecimiento demográfico. Sin embargo, es en los

años setenta debido a la crisis de la industria textil y la diversificación industrial, experimentan en la comarca, una progresiva terciarización. Sin embargo, las proyecciones de población y la demanda que ésta va imprimiendo sobre la comarca, concretamente la presión que hará sobre los usos del suelo, distan mucho de ser sostenible el crecimiento metropolitano.

8) Mientras que para la segunda –Puebla- la red viaria y la modernización del transporte están evolucionando lentamente, pero que tienden hacia la estructuración funcional respecto a los usos del suelo destacando áreas industriales, comerciales y habitacionales: Cholula, Huejotzingo y San Martín Texmelucan dan cuenta de ello. No obstante, para el caso del Vallés es la segunda residencia, la red viaria, la movilidad y la descentralización la que expande los límites geográficos del área metropolitana; mientras para la segunda –Puebla- son las industrias localizadas en la zona de influencia de la Ciudad de Puebla, por un lado; la red viaria, las infraestructuras de transportes, y el crecimiento anárquico de los municipios con nula o deficiente planificación, han desarrollado las “ciudades dormitorio”, por el otro. En consecuencia, se ha generado una intensa movilidad que se ve desplazada fuera de sus municipios para integrarse a la dinámica de la ciudad metrópoli.

- a) Los rasgos de la concentración y dispersión que atraviesan los ámbitos territoriales de los municipios estudiados, se expresan hoy día, en el sistema de localidades regional (14 municipios de la Zona Metropolitana de Puebla), y están en transformación constante, mismas que estructuran dos áreas claramente diferenciadas y tipificadas, por un lado, como la de concentración y diversificación; por otro lado, existe una de mayor homogeneidad y dispersión. La parte concentrada y diversificada, mantiene un carácter económico, especializada en la industria, el sector comercios y servicios, concentrándose en Puebla, San Martín Texmelucan, Cholula de Rivadavia, en tanto es a partir de estos municipios donde se generan los flujos que integran la región, mediados, por supuesto, por la movilidad. Mientras que la parte de mayor homogeneidad y dispersión mostró niveles de especialización en el sector terciario.
- b) El crecimiento anárquico de la ZMCP, se debe más a las necesidades de los habitantes a integrarse a las ventajas de la “modernidad”, al empleo, a los servicios de salud, educación y vivienda. Mientras que por otra parte, es la autoconstrucción de sus viviendas en terrenos no aptos para la construcción o son restringidos para otras actividades, las que dan las pautas de los fenómenos de expansión.

9) Se está estructurando una nueva fase de la urbanización considerada postindustrial, con elementos de la desindustrialización, las nuevas formas de consumo del espacio (ocio, esparcimiento y especialización productiva). Asimismo, la readaptación e integración de municipios, el crecimiento de los modos de transporte, la red viaria y la movilidad urbana, provocan la necesidad de un desarrollo potencial urbano convirtiéndola en un sistema de ciudades competitivas al interior del área metropolitana. Las dos áreas en cuestión se remiten a este proceso: una en periodos recientes, la otra en vías de consolidar la tendencia: El Vallés y Puebla respectivamente.

te. Sin embargo, el caso particular del Vallés es un proceso distinto al de Puebla; con relación a la descentralización, la desindustrialización, la reubicación de nuevos elementos en la periferia, la expansión del terciario y la reubicación de las residencias o de las segundas nuevas casas en las afueras de la ciudad central, pero cercanas en términos de la accesibilidad facilitadas por la red viaria, constituyen unas islas metropolitanas del lugar y una forma urbana propia de los países europeos, es decir, con los servicios y equipamientos apropiadamente dotados para el consumo y exigencias de la demanda. Proceso contrario al de Puebla. Mientras que para el caso de la ZMCP, los municipios con más dinamismo poblacional en la región son Coronango con el 2.8 % y San Andrés Cholula con el 3,8 %, San Pedro Cholula, 3,1 % de habitantes. A juicio nuestro este es el factor principal que estimula el crecimiento de la zona metropolitana.

10) Para fundamentar un tanto lo que hemos expuesto hasta el momento, no hemos querido eludir una de las ideas planteadas por Aymonino, C., (1997), sin embargo, ya que en algunos de sus análisis, pese a que se enmarca en otro contexto, sí nos señala lo que antes hemos descrito: las transformaciones del territorio para los dos tipos de ciudades. Entre los más destacables en cuanto a la demanda residencial obtenemos, la agregación de edificios a la ciudad existente, incluso se rellenan espacios sin edificar, llegando a convertirse generalmente por su peso específico tan relevante una relación con respecto al de la ciudad antigua (o central), lo cual implica un replanteamiento parcial o total de la forma urbana; en consecuencia se caracteriza por la forma de ejes viarios, infraestructuras ferroviarias, transformaciones comerciales de las zonas centrales, etc. En tanto se constituyen los sistemas de vías de circunvalación (rondas o cinturones viales) como elemento funcional de reorganización de las partes (ciudad central, nuevos barrios, nuevas periferias, integración de municipios y piezas espaciales sueltas, nuevos servicios), que se definen más por su cantidad que por su aspecto arquitectónico. La ciudad de Puebla se enmarca dentro de este proceso, pareciera seguir los pasos del crecimiento de las ciudades europeas, pero no del todo, dado que la forma de crecimiento de las ciudades mexicanas se orienta más hacia instancia políticas que determinan en ocasiones el desarrollo hacia direcciones opuestas de las programadas. De ahí que, la expansión constante de la ZMCP, se diluya entre planes, decisiones políticas, correlación de fuerzas y demanda de usos de suelo para la edificación de viviendas no programadas. La ciudad difusa toma un carácter por las decisiones políticas y se desvanezca en la dispersión, sobre todo, el territorio de forma anárquica e insostenible para las futuras generaciones.

11) En el caso de Puebla detectamos y volvimos a constatar un hecho conocido en el ámbito del proceso de urbanización sobre las desigualdades sociales que produce éste. En el mismo sentido, -resaltando el planteamiento de Marnert, C., (1996), para el caso latinoamericano-, que los sectores más pobres de estos sistemas territoriales amplios se localizan tanto en las periferias de las urbes como en esos fragmentos espaciales que forman los pequeños poblados de la ciudad. Se puede decir que los trabajadores urbanos de menores ingresos tienen su residencia fuera de la ciudad; o sea, en el campo, o mejor aún, en los fragmentos dispersos del entorno metropolitano o de una región circundante de una ciudad intermedia. El caso del Vallés, presenta un panorama distinto, sin embargo, las personas que tienen un nivel de renta medio alto y alto se localizan en la periferia con todos

los servicios necesarios, contrario a lo que sucede en las ciudades mexicanas y/o latinoamericanas, particularmente Puebla. Y la configuración de este espacio o de la morfología urbana de la zona se vuelve cada vez dispersa, polarizante, segregada, heterogénea y difusa, donde la interacción entre lo construido y lo que está por construirse se confunde al no existir parámetros de un planeamiento de ciudad que especifique lo urbano de lo rural.

- 12) Con base en la estructura territorial de forma funcional del área metropolitana de Puebla, logramos determinar que, existe una vinculación directa entre los municipios periféricos con la ciudad central; el desarrollo urbano también fue impulsado por la red viaria y el sistema del transporte del área, mismos que fueron integrando los municipios por sus actividades: industrial, comercial y servicios en lo fundamental. En este sentido se presenta un proceso con características expansivas apegadas al crecimiento de la forma urbana, la concentración de la población y la integración física de los municipios más próximos a la ciudad central. Por último podemos decir que ha sido notorio la importancia que ha tenido el fortalecimiento de las intercomunicaciones de la ciudad de Puebla y las ciudades grandes como San Martín Texmelucan, Santa Ana Cholula y Huejotzingo.

10.1. Modelo metropolitano del Vallés y Puebla:

Para concluir nuestro trabajo hemos propuesto dos tipos de modelos metropolitanos que más se asemejan a nuestro caso. Primero, haciendo la comparación entre las aglomeraciones europeas, existe una tendencia que podría mencionarse como homogénea y coincidiendo con una estructura de ámbitos de aproximadamente 2500 km², planteamiento hecho por la Mancomunidad de Municipios de Barcelona (1995). Sin embargo, el proceso que estamos estudiando, el Vallés, se enmarca, por supuesto, dentro de los límites de la Región Metropolitana Barcelona. En consecuencia, se puede caracterizar por la ausencia de un centro grande, pero con una multiplicidad de centros medios y pequeños donde prevalece la una intensa interrelación por medio de redes densas, como lo expusimos en el capítulo IX por medio de las interacciones y atracciones de población.

El modelo que planteamos se le puede llamar “*polinuclear*” (véase Figura 10-1). Y se debe a la desconcentración de actividades y de población que está sufriendo la zona metropolitana en gran parte de las periferias urbanas. Por medio de este proceso, los centros de población y ciudades medias con más de cien mil habitantes, pueden atraer funciones y actividades económicas avanzadas, ya sea descentralizadas desde el núcleo principal o entre los mismos centros del sistema de ciudades.

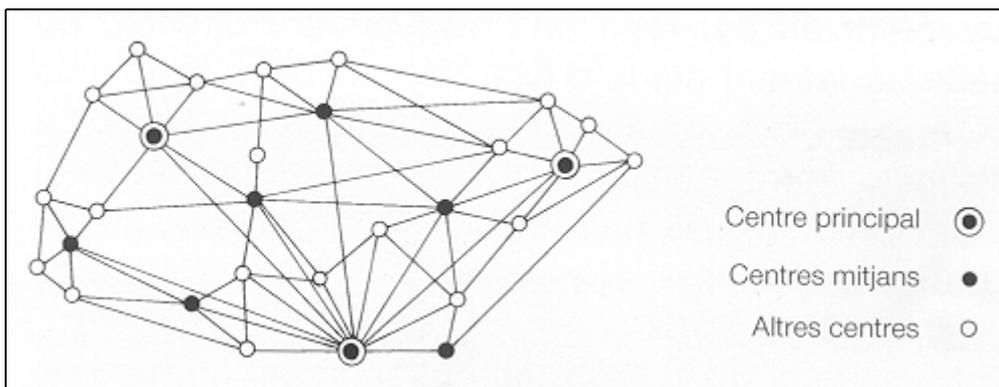


Figura 10-1. Modelo de crecimiento.

Sin embargo, existe otra posibilidad que también podría ser modelizado para el caso de Puebla. Y es un modelo urbano llamado “*Bijerárquico*” (véase Figura 10-2), en el cual existe la presencia de un centro muy fuerte que se complementa por un conjunto de centralidades medias o de segundo orden, y que tienen una relación directa con la ciudad principal, en tanto, aglutina los municipios del área a su entorno inmediato. Para el caso de Puebla y su área metropolitana, cabría mencionar que tienen un peso decisivo, donde las centralidades secundarias y otras menores quedarán a gran distancia jerárquica de la capital, no obstante, se fortalecerán, y la radialidad se corregirá paulatinamente, pero no desaparecerá por los ejes aglutinadores.

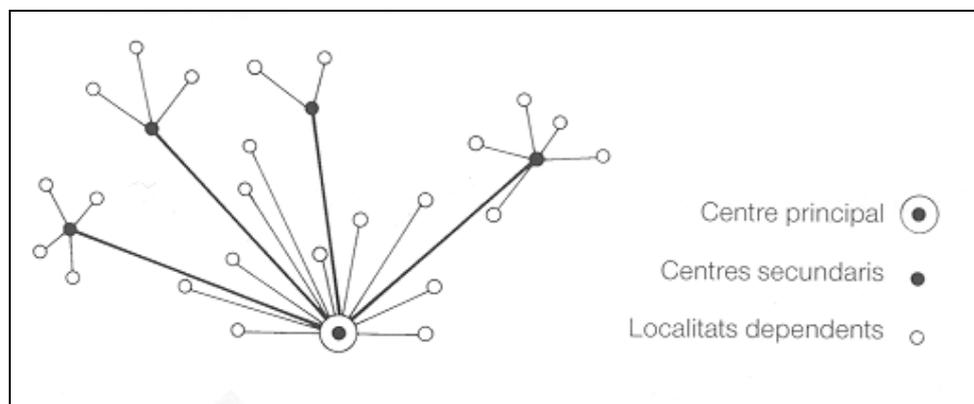


Figura 10-2. Modelo urbano “*Bijerárquico*”.

Fuente: Mancomunidad de Municipios de Barcelona, 1995.

Bibliografía

- Antoni, Solanis, J., (1998): “*L’ordenació del sistema urbà central de Catalunya*”. En Revista Económica de Catalunya, número, 34. colegio de economista de Catalunya.
- Aymonino, Carlo, (1997): “*El estudio de los fenómenos urbanos*” en “Análisis urbano. Textos: Gianfranco Cannigia, Carlo Aymonino, Massimo Scolari, Alfonso del Pozo, Ed. Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción, Escuela Técnica Superior de Arquitectura Universidad de Sevilla.
- Dinàmiques Metropolitanes a l'àrea i la Regió de Barcelona, (1995). Mancomunitat de Municipis.
- Dourojeanni, Axel, (1993): “*Procedimientos de Gestión para un Desarrollo Sustentable*”. CEPAL. Santiago de Chile, 1993. en Lineamientos para la política nacional de ordenamiento ambiental del territorio. Ministerio de medio ambiente Colombia, 1998.
- Martner, Peyrelongue Carlos (1996): “*Transporte y concentración territorial en América Latina. Tendencias recientes*”. En Ciudad y Territorio; estudios territoriales, XXVIII (110) 1996. Ministerio de Fomento. Madrid.
- Oriol Nel.lo, (1998): “*El canvi social a la regió metropolitana de Barcelona: deu preguntes*”. En Revista Económica de Catalunya, número, 34. colegio de economista de Catalunya.