

TESIS DOCTORAL

**INSTRUMENTOS Y METODOLOGÍA DE PLANES DE
MOVILIDAD Y TRANSPORTE EN LAS CIUDADES MEDIAS
COLOMBIANAS**

AUTOR

Ing. Diego Alexander Escobar García

DIRECTOR

Dr. Manuel Herce Vallejo

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA

**DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE Y
DEL TERRITORIO**

PROGRAMA DE DOCTORADO

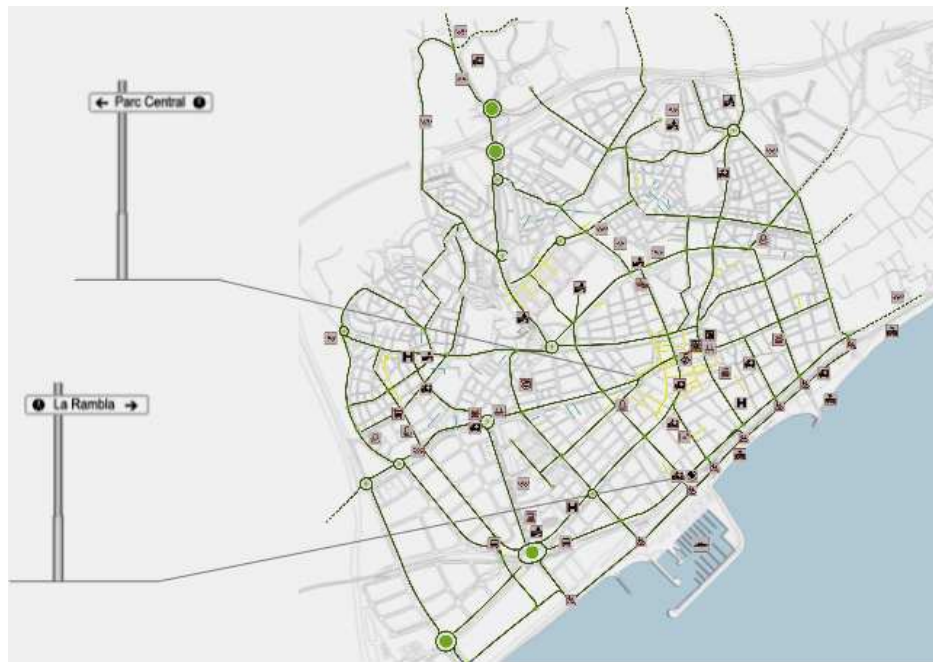
**“GESTIÓN DEL TERRITORIO E INFRAESTRUCTURAS DEL
TRANSPORTE”**

**Con el apoyo de Programa ALBAN “Programa de Becas de Alto
Nivel de la Unión Europea para América Latina”**

BARCELONA, FEBRERO DE 2.008

La red cívica se configura como una malla densa de vías que brindan una buena accesibilidad urbana, las características morfológicas de las calles son variadas, pues se trata de vías que componen parte de las diferentes jerarquías de circulación

Fig. 8.4.2.4. Red Cívica propuesta.



Fuente: Cómo diseñar y planificar la movilidad sostenible en un espacio viario escaso: el Plan de Movilidad Urbana de Mataró. Joan Miró i Farrerons. Madrid, Noviembre de 2.006.

El espacio destinado al peatón no debe ser inferior al 40% del espacio viario total, todos los tramos peatonales deben disponer como mínimo de 3 m de ancho, 1 m para equipamientos y 2 m de ancho mínimo útil. La pendiente máxima permitida es de 8%.

Un factor importante a tener en cuenta es la accesibilidad de los peatones al transporte público, lo que implica prestar atención sobre los entornos a las paradas y sobre los itinerarios de conexión entre las paradas y las principales zonas de residencia. Por medio de la adecuación de vías a la red cívica, se comienza un proceso de pacificación del tránsito, mediante la transformación de las calles para que cumplan determinadas funciones, un ejemplo de dicha transformación puede apreciarse en la Figura 8.4.2.5.

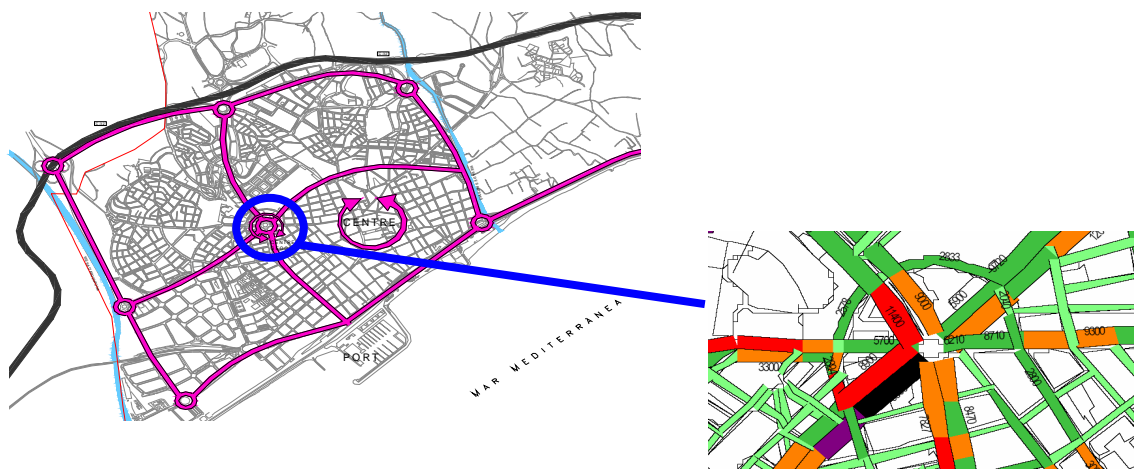
Fig. 8.4.2.5. Transformación de calles en el área ambiental Escorxador – Ronda Cervantes.



Fuente: Cómo diseñar y planificar la movilidad sostenible en un espacio viario escaso: el Plan de Movilidad Urbana de Mataró. Joan Miró i Farrerons. Congreso de Ingeniería Civil Madrid 2.006.

El tránsito de vehículos dentro del núcleo urbano establece un esquema formado por cuatro cuadrantes apoyados en la plaza Granollers, centro geográfico y nudo de confluencia de tráfico donde circulan 35.000 vehículos/día. Las siguientes vías principales se unen en este punto: Ronda Barceló- Alfonso XII- Prim, Camí del Mig- Ronda O'Donnell, Via Europa y Ronda Alfonso X- Camí de la Geganta, se unen en este punto. (Figura 8.4.2.6.)

Fig. 8.4.2.6. Circulación general en la ciudad. Plaza de Granollers.



Fuente: Plan de Movilidad Urbana de Mataró. Servei de Mobilitat i INTRA. Mataró, 2.004.

Se tiene entonces que las actuaciones pioneras y más contundentes realizadas en Europa respecto a la pacificación del tránsito se presentan por lo general en el ámbito de los centros históricos de las ciudades. Las tramas urbanas en el sector centro de las ciudades europeas, son por lo general entramados irregulares de calle estrechas, además, se trata de polos importantes de atracción y generación de viajes dada la función comercial, terciaria y de centro histórico como tal que cumplen; es por ello que son las primeras zonas en verse afectadas por los problemas derivados del aumento en el uso de vehículos privados, como son la congestión, deficiente área de estacionamiento y la degradación del ambiente urbano.

En la ciudad de Mataró desde hace varios años se está trabajando en la consolidación de una isla peatonal que actualmente ya abarca la totalidad de la trama histórica y parte de las calles comerciales del entorno circundante. Es desde el año 1998 que se aplica el proyecto de Propuesta de Movilidad al Centro Histórico, en el cual se define la ampliación de la isla peatonal y las calles de prioridad invertida que debían de ser acondicionadas.

En la Figura 8.4.2.7. se aprecia la red viaria básica del sector centro, así como las propuestas de intervención sobre los tramos de éste. Se aprecia que la red viaria básica del centro permite cruzar la zona en todas las direcciones y se caracteriza del resto de la red viaria básica por el ancho de las vías, sobre las cuales sólo se permite la adaptación de un carril de circulación, así mismo, es prioritaria la ampliación de aceras, que en muchas de ellas son inferiores a 1,5 m. El sector centro dispone actualmente de un núcleo central con un alto grado de pacificación del tránsito y prácticamente la totalidad de las vías poseen pavimento único, con acceso restringido para vehículos privados. (Ver Fotografías de la figura 8.4.2.9.)

Fig. 8.4.2.7. Red viaria básica del sector centro de Mataró y propuestas de intervención.



Fuente: Cómo diseñar y planificar la movilidad sostenible en un espacio viario escaso: el Plan de Movilidad Urbana de Mataró. Joan Miró i Farrerons. Congreso de Ingeniería Civil Madrid 2.006.

Por otra parte, es indispensable la construcción de elementos disuasorios del tránsito de paso y controladores de velocidad, como plataformas de acceso con señalización de Zona 30 en puntos de acceso al sector centro y cruces elevados, así mismo, en puntos específicos donde se desea dar prioridad a los canales de circulación peatonal. Dichas actuaciones deben ir acompañadas de medidas que garanticen el acceso a estacionamientos públicos que se encuentran circundantes al centro histórico.

Fig. 8.4.2.8. Fotografías del centro de Mataró.



Fuente: Cómo diseñar y planificar la movilidad sostenible en un espacio viario escaso: el Plan de Movilidad Urbana de Mataró. Joan Miró i Farrerons. Congreso de Ingeniería Civil Madrid 2.006.

8.4.3. Indicadores ambientales aplicados a la movilidad: el ejemplo del Prat del Llobregat.

En la época actual, para que un sistema de movilidad sea verdaderamente competitivo y eficaz, es totalmente necesario apostar por modos de transporte diferentes al vehículo privado. Al aplicarse un modelo de oferta, con la introducción de redes de transporte autónomo (peatones y bicicletas), se mejora la calidad de vida del sistema urbano y se contraresta la importante contaminación que ha traído el uso desmesurado y en algunos casos irracional del vehículo privado.

Así mismo, es posible destacar otros impactos que se tienen al establecerse modelos de oferta buscando una ciudad sostenible, con una adecuada intergración de sus redes, como los siguientes:

- El Transporte público colectivo y los transportes autónomos son de acceso prácticamente universal, siendo estos últimos los generadores de espacios adecuados de sociabilidad, dado lo anterior, se generara una mayor integración social entorno a dichos espacios de intercambio.
- La existencia de espacios de relación, maximiza el contacto y el intercambio social, aumentando la transferencia de información y por lo tanto generadora de mayor competitividad.
- Es indudable que el Transporte Público y los transportes autónomos son más eficientes y por lo tanto se direccionan más hacia la sostenibilidad.
- El uso de la bicicleta mejora la salud de sus usuarios, por su parte, el Transporte Público y los transportes autónomos disminuyen los niveles de contaminación y ruido, lo cual mejora las condiciones ambientales y de salud de sus entornos. En el nuevo modelo de ciudad, se busca disminuir los niveles sonoros por debajo de los 65 dB, así mismo se busca disminuir las emisiones con efecto invernadero establecidas en el Protocolo de Kyoto.
- La segregación del espacio disponible para los diferentes modos de transporte aumenta la seguridad, así como el traspaso de viajes en vehículo privado a otros modos alternos.

El modelo de desarrollo que se ha venido aplicando actualmente en gran parte de las ciudades del mundo, el cual se basa casi exclusivamente en el consumo de recursos energéticos, se muestra claramente insostenible, más aún en esta época de ideas ambientalistas, que buscan cambiar de la mejor forma posible la calidad de vida de las personas.

Los modelos relacionados con la sostenibilidad dan mejor respuesta a las disfunciones que actualmente se presentan las ciudades y abordan de una forma más adecuada los retos de la sociedad actual. El modelo¹⁷ que se propone se estructura en los siguientes **ejes**: La Compacidad¹⁸, La Complejidad o índice de Diversidad (H)¹⁹, La Eficiencia (Ef)²⁰ y La Estabilidad y Cohesión Social²¹.

Ahora bien, el estudio de los criterios de planificación estratégica en el municipio del Prat de Llobregat, se han basado en los mencionados indicadores, por medio de los cuales se abordaron una serie de análisis, de los cuales se resaltan los siguientes²²:

- La compacidad y su compatibilidad con la habitabilidad y la calidad de vida.
- Movilidad: integración de las diferentes redes (vehículo privado, transporte público, bicicletas y a pie) y sus interconexiones, orientada a solucionar parte de las disfunciones que se generan ligadas al tráfico y a las pautas de ocupación del espacio público. Propuestas de distribución de los modelos de transporte, contemplando una reducción del consumo de energía y unas emisiones en la atmósfera diferentes y con un impacto menor. La movilidad en relación con la proximidad de usos y funciones.
- Proyección de los nuevos escenarios sonoros que de aquí se derivan.
- La conexión con el resto del área metropolitana.
- Definición del uso del espacio público y de la funcionalidad de la ciudad, de acuerdo con de secciones de calles, áreas de descanso, carga y descarga, aparcamiento.

¹⁷ <http://www.bcnecologia.net/> 05/06/07

¹⁸ La compacidad en el ámbito urbano expresa la idea de proximidad de los componentes que conforman la ciudad, es decir, la reunión en un espacio más o menos limitado de los usos y las funciones urbanas. La compacidad, por tanto, facilita el contacto, el intercambio y la comunicación, que son, como se sabe, la esencia de la ciudad. Potencia la probabilidad de contactos y con ellos potencia la relación entre los elementos del sistema urbano.

¹⁹ La medida de H y su evolución se configura como el principal indicador del conocimiento urbano, entendiendo que sintetiza, con su medida, la densidad de información así como su diversidad.

²⁰ Ef, indica la cantidad de energía (de recursos) necesaria para mantener una determinada organización urbana H. La evolución de Ef permite conocer el grado de eficiencia del sistema y, en consecuencia, saber si nos dirigimos hacia un proceso más sostenible o no. En definitiva, es motivar el uso de sistemas de movilidad que mejoren la eficiencia del metabolismo urbano.

²¹ La Estabilidad y Cohesión Social busca compensar las zonas con menores recursos sociales por medio de mejoras del espacio de estadia y de los sistemas de transporte autónomos.

²² <http://www.bcnecologia.net/> 05/06/07

Los *Índices utilizados de calidad de los sistemas de espacios públicos y de estadia* y del sistema de movilidad son:

- Distribución de las calles peatonales.
- Distribución de las calles con anchos de acera superiores a 2,5 m.
- Distribución del porcentaje de calzada respecto al total del ancho de la calle.
- Proximidad de los espacios verdes y de estadia (<200 m).

Con el fin de caracterizar la calidad propia del tejido urbano, se ha generado un indicador sintético que se denomina *Compacidad Corregida*, dicho indicador evalúa el cociente entre espacios de asilamiento y espacios de sociabilidad, buscándose su adecuado equilibrio. (Ver ecuación)

$$\text{Compacidad corregida } C_c = \frac{\text{volumen edificado}}{\text{espacios públicos verdes y de estancia}} = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n \text{edificabilidad neta por parcela}}{n} \cdot \sum_{i=1}^n s^2 \text{ parcelas edificadas}}{\text{espacios públicos verdes y de estancia}}$$

La Compacidad C debe ser corregida mediante este indicador, entendiéndose que una “sobrecompacidad” puede tener efectos no deseados para los intereses de la ciudad.

La sustitución de la superficie urbanizada por la superficie en espacios verdes o de estancia permite conocer, para una determinada área urbana, el equilibrio entre lo construido y los espacios libres y de relación.

La Combinación de los indicadores de calidad de los sistemas de espacios verdes o de estancia con el indicador de Compacidad Corregida, permitirá focalizar las intervenciones sobre los espacios públicos de estancia.

En la Figura 8.4.3.1. se aprecia el esquema de aplicación del índice de compacidad corregida en el Prat del Llobregat. Los espacios con índices de compacidad corregida más elevados coinciden precisamente con los sectores con accesibilidad a los espacios superior a 200 m.

Se observa que las actuaciones en la primera fase conllevan un cambio sustancial de los valores del índice de compacidad corregida en el caso urbano del municipio.

Se ha constatado que el índice más fácil de generar y que se encuentra más correlacionado con la Compacidad Corregida es el reparto de calles que poseen aceras con ancho menor a 2,5 m., el cual es un indicador para detectar los sectores que podrían mejorar en una segunda fase.

En la Figura 8.4.3.2. se aprecia un esquema de aplicación de dicho indicador en el Prat de Llobregat.

Fig. 8.4.3.1. Compacidad Corregida y sistemas de espacios públicos y de movilidad. Antes y Después.

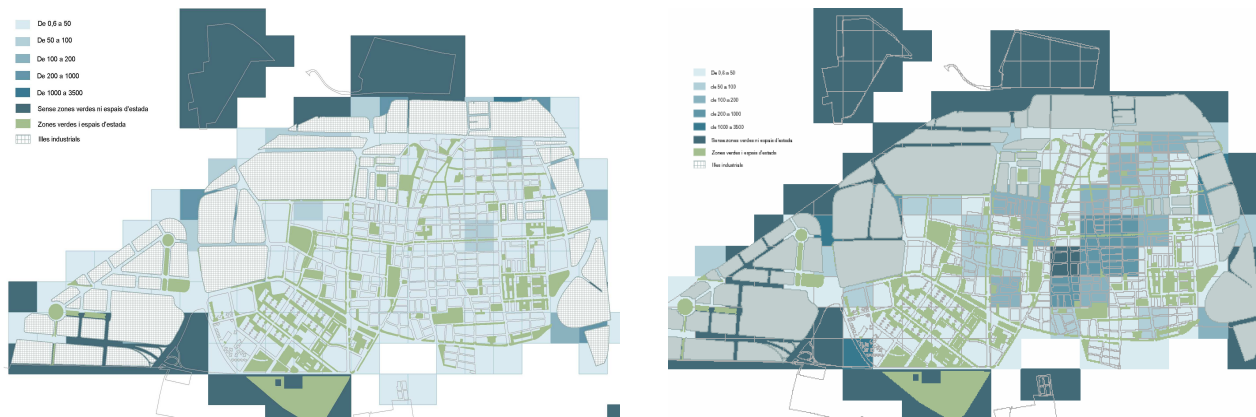


Fig. 8.4.3.2. Distribución de calles con dos aceras con a menor a 2,5 m. Antes y Después.



Fuente: Estudi d'Espais Públics i de Mobilitat pel Prat de Llobregat. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. Ayuntamiento del Prat de Llobregat. Abril 2.005.

La disminución de los niveles de compacidad corregida va asociada a una mejora de la accesibilidad general al territorio.

El Índice de Diversidad (H) está relacionado con la complejidad organizativa en cierto territorio. Ésta se calcula por medio de la Fórmula de Shanon²³ y forma parte de la teoría de la información, y es la siguiente:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

H representa el número de bits de información por individuo; P_i es la probabilidad de ocurrencia. Indica el número de miembros que cumplen una cierta característica en el conjunto de miembros de la comunidad. La máxima H de una determinada comunidad se obtiene con la diferenciación máxima de los portadores de información y la máxima equifrecuencia de cada uno de ellos.

Es necesario entonces reforzar la actividad económica sobre los nuevos ejes peatonales, analizar la variación de la diversidad urbana asociada a las actividades del espacio público y los espacios peatonales, así mismo, se debe promover la diversidad biológica empleando especies vegetales sobre la nueva red de ejes peatonales, lo cual aumentaría la diversidad.

Para el caso de aplicación de este indicador en el Municipio del Prat de Llobregat, se ha constatado que el aumento de la Diversidad urbana (H), viene asociado a la adecuada extensión de un sistema de calles peatonales y vías verdes que amplíen tanto la actividad económica ya existente como la biodiversidad en los espacios urbanos.

“Varios estudios han permitido de constatar que la distribución de las calles de peatones futuros refuerzan en parte la complejidad existente, y en concreto, la distribución de las calles con anchos de aceras superiores a 2,5 m, si se intercomunican, refuerzan la complejidad. Por otra parte, la distribución de la oferta de transporte público puede reforzar la diversidad urbana (H).”²⁴

²³ RUEDA, S. Barcelona, ciudad mediterránea, compacta y compleja: una visión de futuro desde la sostenibilidad. 2002.

²⁴ HERCE M., MIRÓ J., MAGRINYÀ F. L'espai urbà de la mobilitat. Cap. IV. La planificació de l'espai viari des d'una perspectiva ambiental. Barcelona. 2007.

La distribución de las calles peatonales futuras debe reforzar la complejidad existente y, por lo tanto, deben cubrir y distribuirse hacia la parte sur del casco urbano.

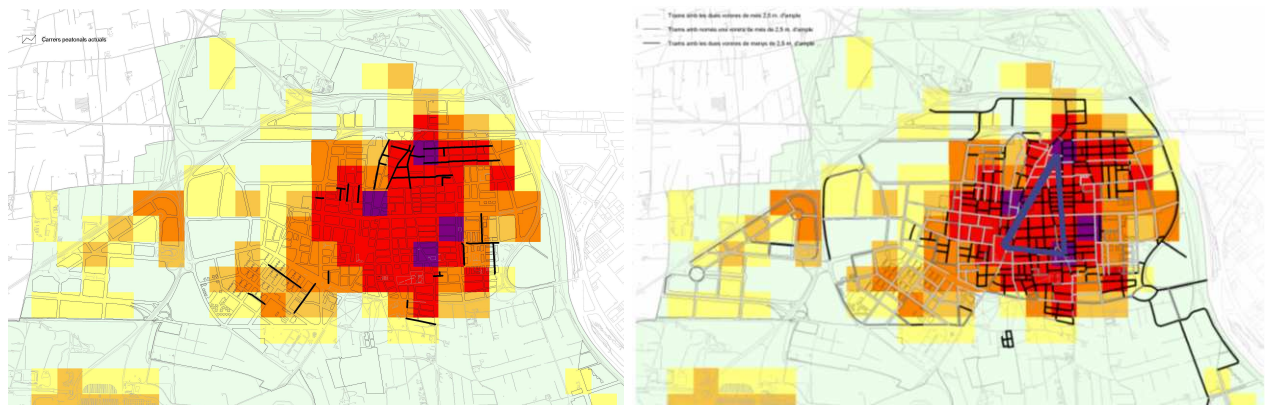
En la Figura 8.4.3.3. se aprecia un esquema del cálculo de la Complejidad o Diversidad en el Prat de Llobregat, en el cual se aprecia la distribución inicial de calles peatonales y las actuaciones que se deben realizar con el fin de aumentar la diversidad.

El Indicador de Eficiencia Urbana (Ef), se calcula mediante la siguiente expresión:

$$E_f = \frac{E}{H}$$

En donde, E es el consumo de energía primaria en el sistema urbano que sintetiza el consumo del conjunto de recursos, también los materiales que, como se sabe, requieren energía para ser extraídos, transformados y depositados y, H es el valor del indicador de diversidad, es decir, de la información organizada en el sistema urbano.

Fig. 8.4.3.3. Complejidad y calles peatonales. Antes y Después.



Fuente: Estudi d'Espais Públics i de Mobilitat pel Prat de Llobregat. Agència de Ecologia Urbana de Barcelona. Ayuntamiento del Prat de Llobregat. Abril 2.005.

Se tiene entonces que Ef, indica la cantidad de energía (de recursos) necesaria para mantener una determinada organización urbana H. La evolución de Ef permite conocer el grado de eficiencia del sistema y, en consecuencia, saber si nos dirigimos hacia un proceso más sostenible o no.

Para el caso del Prat de Llobregat²⁵, respecto a la evaluación del consumo energético, se constata que el consumo de los autobuses en la red actual (913 TEP)²⁶ representa menos del 1% del consumo energético total (105.297 tep); por otra parte, si se desea evaluar el consumo de energía que representa la incorporación de un nuevo sector a la ciudad, como el caso de la Zona Prat Norte, el incremento de los consumos se establecen en un 15%, siendo significativo en este sentido el aumento del peso de los trayectos internos con la unión del Prat Norte, en donde además hará falta considerar la mejora del servicio de transporte público y el aumento del uso de los modos autónomos con el fin de mejorar la eficiencia del nuevo escenario.

Ahora bien, los Indicadores de equilibrio y estabilidad urbana buscan inicialmente el mantenimiento de la organización urbana y lo que ello implica. Debe conseguirse para todas las áreas de la ciudad unas proporciones equilibradas de usos y funciones urbanas (residencia, actividad, espacio libre, etc.), una adecuada distribución generacional, así como una mezcla adecuada de rentas, de titulados y si es del caso, de inmigrantes.

Con el fin de mantener el Equilibrio y mejorar la integración social, se deben dar servicio a las zonas con menores recursos sociales, mediante la mejora de los espacios de estancia y de los sistemas de transporte autónomos, asegurándose un acceso universal (personas de movilidad reducida, ancianos, etc.) al transporte. Por otra parte, se hace necesario extender los ejes peatonales que conecten los sistemas de equipamientos y hacia el resto de los sectores de la ciudad con el fin de posibilitar la mezcla urbana.

El sistema de espacios públicos y de estancia debe ser corelacionado con: La distribución del índice de envejecimiento, la distribución de la procedencia de los habitantes y con la tasa de personas tituladas con estudios superiores.

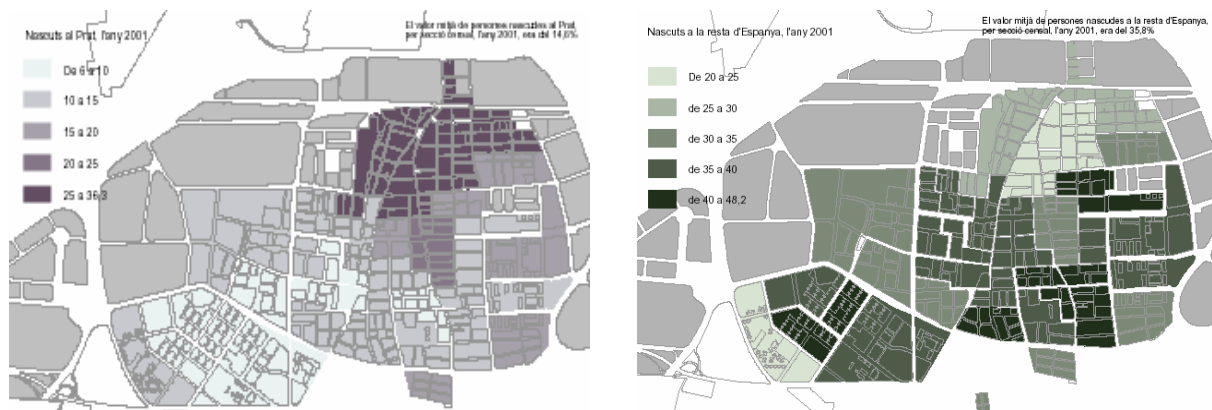
En algunos casos, el uso de determinados índices puede complementar los porcentajes más simples, como por ejemplo: en el ámbito de la salud, la esperanza de vida al nacer es, seguramente, el indicador sintético; en el ámbito de rentas, el índice de capacidad económica familiar (ICEF); en el ámbito de la mixticidad de usos, el número de personas jurídicas por 1.000 habitantes. Por otra parte, la tasa de ocupación y de victimización son dos medidas que reflejan de manera sintética las realidades a seguir.

²⁵ HERCE M., MIRÓ J., MAGRINYÀ F. L'espai urbà de la mobilitat. Cap. IV. La planificació de l'espai viari des d'una perspectiva ambiental. Barcelona. 2007.

²⁶ TEP: Toneladas equivalentes de petróleo.

En la Figura 8.4.3.4. se aprecia la distribución de personas nacidas en el municipio y la distribución de personas nacidas en otras partes de España o del extranjero y su variación según las edades.

Fig. 8.4.3.4. Población nacida en el Prat y población nacida en otros sitios (2.001)



Fuente: Estudi d'Espais Públics i de Mobilitat pel Prat de Llobregat. Agència de Ecologia Urbana de Barcelona. Ayuntamiento del Prat de Llobregat. Abril 2.005.

Es posible apreciar que los espacios en los cuales predomina la población nacida en el propio municipio, son precisamente los sectores con mayor número de calles peatonales.

En definitiva, vale la pena resaltar que cualquier mejora en la calidad del espacio urbano debe ser debidamente cuantificada, con el fin de evaluar las mejoras conseguidas; no obstante, proponer y asumir adecuadamente las diferentes redes que usan las infraestructuras en el territorio (Transporte colectivo, peatones, bicicletas, vehículo privado), es en si mismo un avance para aumentar la calidad del espacio urbano.

8.4.4. La integración de redes en un mismo modelo: el Plan de Movilidad de Figueres.²⁷

La reforma de las grandes infraestructuras viarias y ferroviarias de ámbito nacional, proponen el análisis de un nuevo escenario territorial, en el cual, es posible aprovechar la nueva valía geoestratégica de Figueres. Las nuevas infraestructuras territoriales que se están y seguirán construyendo durante estos años, plantean a la ciudad de Figueres la necesidad de implementar un modelo urbano y territorial claro. Se resalta que a partir del planeamiento de

²⁷ El Plan fue elaborado en entre los años 2006/2007 por la Sección de Urbanismo del Departamento del Transporte y Territorio de la UPC y actualmente se encuentra en la fase de concreción de las propuestas de intervención con el Ayuntamiento de la ciudad.

dichas infraestructuras, se desprenderá la accesibilidad e interconexión que éstas ofrezcan a la ciudad, lo cual será decisivo en el rol estratégico que debe asumir Figueras en el territorio.

La Ciudad de Figueras (38.884 habitantes)²⁸ ha experimentado desde hace una década, un crecimiento económico intenso, período en el cual se ha consolidado como centro de servicios de la Comarca del Alto Empordà, lo cual ha influenciado fuertemente la actual expresión de la movilidad.

Dada la elevada movilidad intermunicipal, que genera la articulación de Figueras como capital comarcal, con el resto de municipios, se ha propuesto delimitar un área donde se presenten las relaciones más intensas (Área Urbana extensa, formada por 35 municipios) y un perímetro de crecimientos urbanos continuos (Área Urbana intensa, formada por 17 municipios)²⁹.

La evolución de los datos del área urbana intensa, muestran una tendencia hacia la integración progresiva de una unidad socioeconómica con funcionamiento propio, que cubre aproximadamente la mitad de la población comarcal y genera un adecuado equilibrio entre la población residente y los puestos de trabajo.

Así mismo, la dinámica urbanizadora que se ha presentado, establece una relación complementaria entre Figueras y sus municipios vecinos.

Dentro de esta llamada área urbana intensa, se presentan dos grandes orientaciones de la movilidad residencia – trabajo; por una parte, Figueras es el principal destino laboral de la Comarca, al ser éste su centro administrativo y económico, atrayendo un importante flujo diario de trabajadores, el área urbana representa el 41% de dicho flujo.

De otro lado, Figueras, como mayor centro poblado de la comarca, genera una importante movilidad intermunicipal, en la cual el área urbana representa aproximadamente el 31%. Los polígonos industriales, ubicados en la zona de Vilamalla, reciben el 12% de los desplazamientos generados en Figueras con motivo trabajo y destino exterior al área urbana.

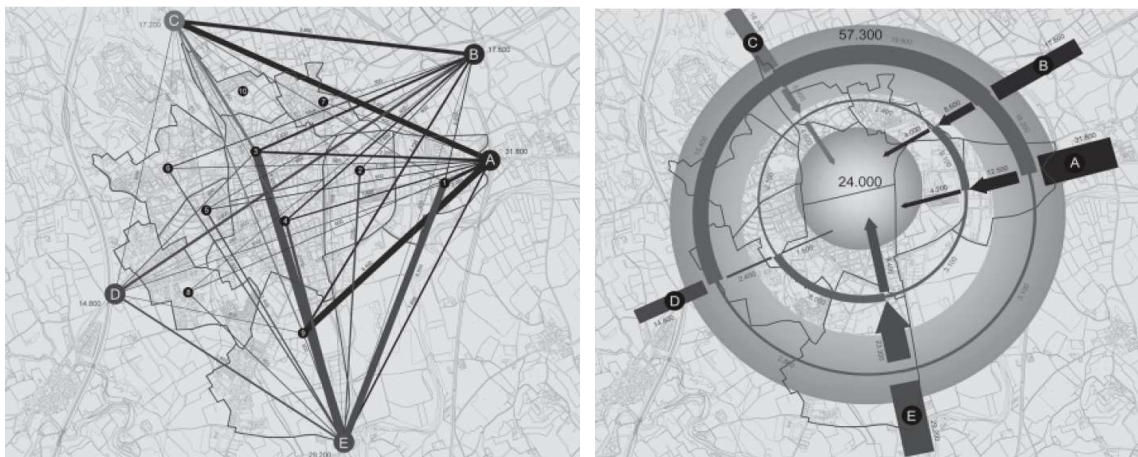
²⁸ HERCE M., MIRÓ J., MAGRINYÀ F. L'espai urbà de la mobilitat. Cap. VI. APLICACIONS A LA PLANIFICACIÓ DE LES XARXES DE TRANSPORT. VI.3. Pla de mobilitat urbana de Figueras. Barcelona. 2007.

²⁹ l'Estudi d'Estratègia Urbana i Territorial coordinat per l'Ajuntament i amb col·laboració de tres universitats catalanes.

Dado lo anterior, Figueres, como ciudad central, posee un peso decisivo en las características de movilidad del conjunto. En la Figura 8.4.4.1. se aprecian las líneas de deseos de viajes y los círculos de tránsito obtenidos para la ciudad.

En Figueres se generan³⁰ aprox. 140.000 viajes/día (3,6 viajes/hab./día). De esta movilidad, aprox. el 70% tiene como destino el interior de la ciudad, y el 30% tiene como destino sitios fuera del municipio. Es importante tener en cuenta la movilidad que se genera en otros sitios y que poseen como destino la zona urbana de Figueres, esta movilidad es aprox. 80.000 viajes/día, y es variable a lo largo del año.

Fig. 8.4.4.1. Movilidad en la ciudad de Figueres.



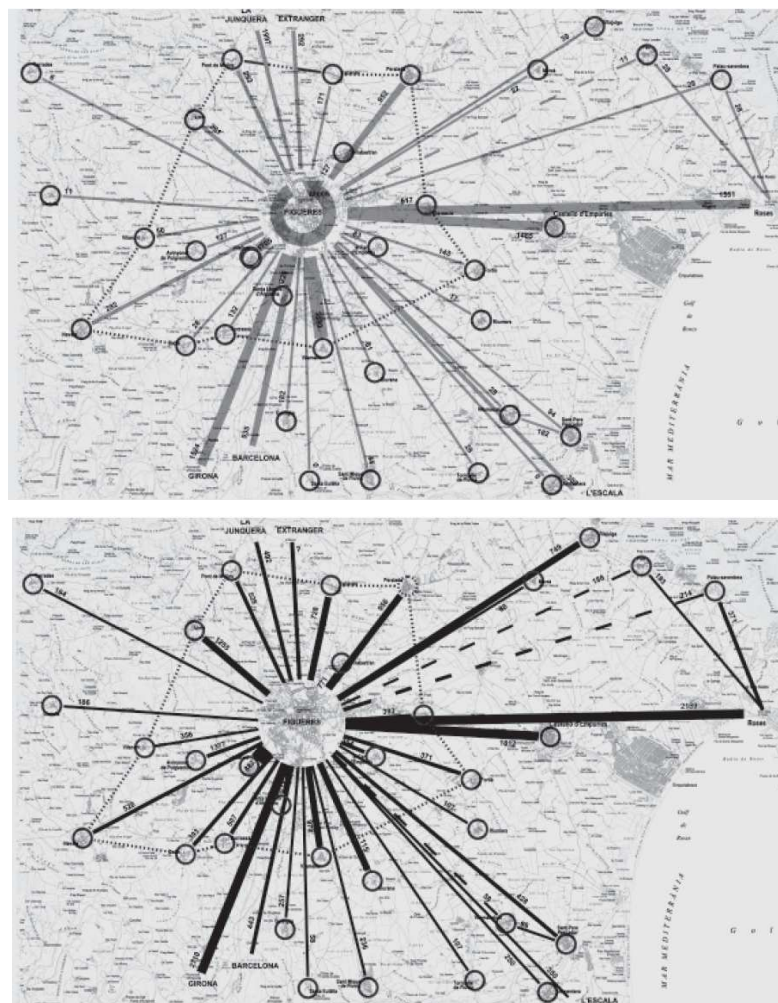
Fuente: L' espai urbà de la mobilitat: cap. VI: Aplicacions a la planificació de les xarxes de transport. Pla de mobilitat urbana de Figueres. Herce-Espelt 2.007.

La movilidad obligada (trabajo y estudio) representa el 54% de la movilidad total en Figueres, y presenta una cierta recurrencia en tiempo e itinerarios. El resto de la movilidad (no obligada) sigue una distribución espacial y temporal que sigue pautas más variables. Respecto a la proporción de uso de los diferentes modos de transporte en la movilidad interna, se presenta cierta semejanza con ciudades catalanas del mismo rango, en donde el reparto entre el modo a pie y el vehículo privado es bastante equiparable, y se presenta un uso marginal del transporte público (bus urbano). La movilidad intermunicipal está conformada por los habitantes de Figueres que se desplazan hacia fuera del municipio (38.200 - 43.000 viajes/día) y por los habitantes de municipios cercanos que se desplazan hacia Figueres (73.800 - 91.000 viajes/día).

³⁰ HERCE, M. ESPELT, P.y MAYORGA, M. Pla de mobilitat urbana de Figueres. 2006.

Respecto al modo de transporte usado por este tipo de movilidad, es alto el predominio del vehículo privado, mientras que el transporte público (servicio de buses comarcales y ferrocarril) cubre un bajo volumen de desplazamientos (5.800 viajes/día), ahora bien si se tiene en cuenta que el volumen que mueven los ferrocarriles es de aprox. 3.500 viajes/día, lo que revela el bajo uso de los autobuses y la carencia de de ferrocarriles pensados más con funciones de cercanías que regional. Lo anterior genera problemas de capacidad en los accesos de la ciudad, encontrándose intensidades entre 15.000 viajes/día (Carretera N-260) y 30.000 viajes/día (Carretera N-II); a lo anterior se debe sumar la necesidad de desdoblarse la variante para soportar el creciente tránsito de camiones en Europa, lo cual hace pensar la posibilidad de una falla viaria por ausencia de una infraestructura adecuada que le soporte, especialmente en temporadas como el verano.

Fig. 8.4.4.2. Generación y Atracción de viajes en la ciudad de Figueres.



Respecto a la movilidad interior, los modos de transporte deben usar una red con problemas de dimensionado y continuidad, con barreras infraestructurales como el ferrocarril, lo que hace que la presión del vehículo privado se sienta con particular gravedad.

Como se ha comentado con anterioridad, hablar de una organización de la movilidad, no es sólo responder a las necesidades de desplazamiento de la población, sino que también es procurar el equilibrado uso de la oferta infraestructural viaria y de los sistemas de transporte que le usan.

Se hace necesario entonces conocer el volumen de movilidad, su distribución por motivos y su distribución espacial, no obstante, es mucho más importante entender que ésta distribución es función de las propias características de oferta de redes para la movilidad.

Consecuentemente, en este Plan de Movilidad se estudió el por qué de la distribución espacial de la movilidad actual, mediante tres tipos de análisis, los cuales son más próximos a un enfoque de oferta de redes de infraestructura.

Los análisis llevados a cabo son los siguientes:

- *Análisis de la accesibilidad que ofrece la red viaria*, con el fin de comprender la distribución diferencial de ésta sobre la ciudad, detectando así qué calles deben ser intervenidas con el fin de lograr una distribución de la movilidad más equilibrada sobre los recorridos o bien, dar mayores posibilidades de comunicación a barrios, zonas o equipamientos accesiblemente marginados.
- *Análisis de la cobertura que ofrece la red de transporte público colectivo* (autobuses urbanos), con el fin de detectar qué áreas no se encuentran servidas o poseen un insuficiente nivel de cobertura.

Para este caso, se ha usado un algoritmo de utilidad de las redes, el cual se plantea sobre la hipótesis de que el tiempo de acceso (recorrido a pie) a las paradas o estaciones de la red y el uso propio del sistema como tal, no dependen tan sólo de la cercanía de los recorridos y paradas, sino también de las características operativas de las líneas de transporte, como su frecuencia y regularidad.

Fig. 8.4.4.3. Líneas de transporte colectivo y cobertura ofrecida.

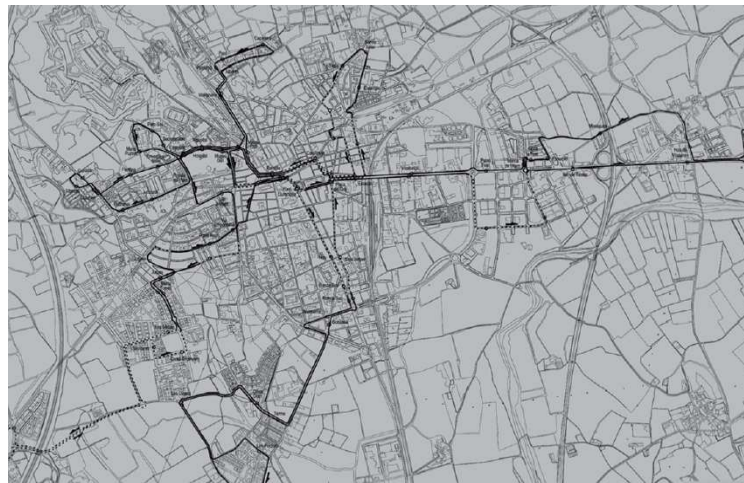
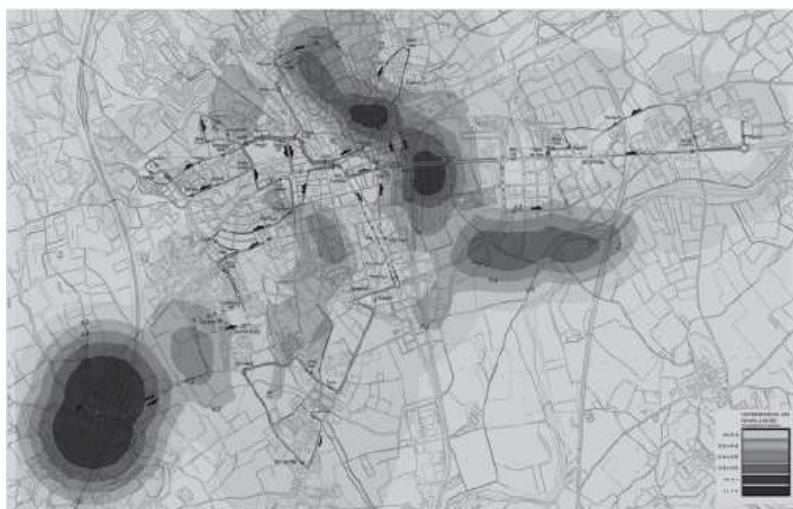
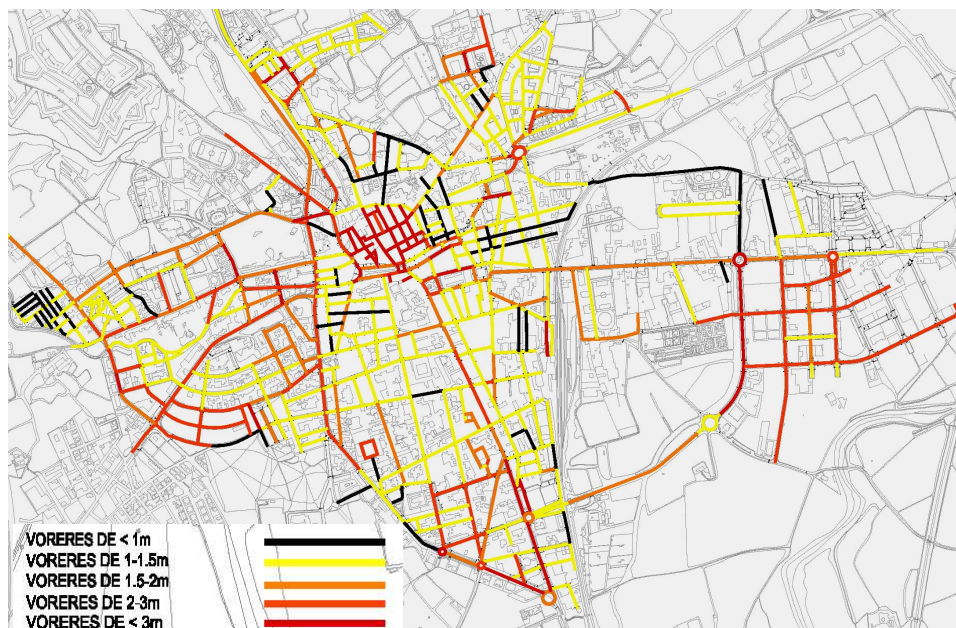


Fig. 8.4.4.4. Ampliaciones de cobertura con cambios de frecuencias y paradas.



- *Análisis morfológico de los espacios de movilidad peatonal*, con el fin de detectar los principales inconvenientes en dicho modo (anchos de acera, obstáculos o carencia de continuidad, conflictos entre modos, etc.(Ver Figura 8.4.4.5.) y analizar la coincidencia de los recorridos peatonales con otras redes de transporte, sobretodo hacia los principales puntos de generación y atracción de viajes en la ciudad.

Fig. 8.4.4.5. Inventario de red peatonal y ancho de aceras.



De las fases de inventario y diagnóstico fue posible obtener diversas conclusiones sobre la problemática existente en la movilidad de la ciudad, las cuales se resumen en:

- *Inadecuados accesos viarios a la ciudad.* El peaje sobre la autopista ocasiona que aproximadamente el 70% del tránsito sobre la variante N-II sea de paso, llevando a su capacidad la vía y haciendo más difícil las funciones de distribución urbana que debe cumplir. Por otra parte, se concentra la mayoría del flujo vehicular de acceso a la ciudad al nudo con la Avenida Villalonga, lo cual mantiene colapsada esta vía buena parte del día entre Figueres y Vilatenim, presentando intensidades medias anuales de 26.971 veh/día y situaciones de congestión sobretodo en la época de verano (39.012 veh/día). Así mismo, dado el reparto de competencias administrativas, es el estado español el encargado del mantenimiento de la carretera N-260 (Eje del Pirineo), el cual aún cruza por el centro de la ciudad, lo que empeora la situación actual.

- *Ausencia de una ronda exterior completa*, la cual permita desviar el tráfico de paso del centro de la ciudad y descargue la función de distribución del eje Avenida de Villalonga – La Rambla y la antigua N-II (Ver Figura 8.4.4.6.). Los estudios muestran que gran parte del tráfico del centro de la ciudad es de paso, teniendo que de los 109.600 veh/día que entran o salen de la ciudad, 57.300 vehículos, son de paso. En la actualidad, ya se ha construido el cuadrante sureste de dicha ronda exterior, la cual progresa por el norte en sentido antihorario, encontrándose la necesidad de un túnel en su paso por el castillo.
- *Excesiva presión del vehículo privado sobre el centro de la ciudad dada la ausencia de adecuadas políticas de desvío y disuasión en su uso*. Los esquemas de circulación presentan un diseño que ejerce una excesiva presión sobre el área central de la ciudad, para lo cual sólo basta con apreciar que todas las vías penetrantes convergen. Se encontró la necesidad de cambiar el sentido de circulación en algunas calles y la posibilidad de usar otras como corredores exclusivos para autobuses urbanos y taxis. Otras calles del sector centro, como la Rambla, pueden ser añadidas a los itinerarios peatonales, dada su función comercial y el elevado flujo peatonal que soportan. Por otra parte, a pesar que la morfología de la trama viaria del sector centro de la ciudad es ciertamente compleja, Figueras cuenta con la infraestructura de estacionamiento y los solares necesarios para delimitar un área central de restricción del tránsito.
- *Inadecuada continuidad y dimensionado de la red viaria*. Dicha realidad hace que el tránsito local se concentre en pocas vías que se encuentran ya sobresolicitadas por las funciones de paso. Se hace necesaria la intervención de la ciudad como un conjunto, presentándose la conveniencia de construcción de algunas calles que ayudarían en una distribución más flexible del tránsito, con recorridos alternativos para los vehículos privados.
- *Oferta de estacionamiento elevada*. La mayoría de dicha oferta se encuentra sobre el espacio público y sin ninguna regulación (60%), lo cual genera un elevado tránsito de agitación. Solamente en el sector central y en algún polígono residencial la oferta de calzada es deficiente, lo cual es solucionado estacionando en sitios algo más apartados. El número de plazas y de zonas azules ofrecido es bajo, no obstante, la oferta de estacionamientos público se considera aceptable (20%).

- *Desatención a la movilidad en transporte público.* Hay limitaciones en la oferta de este tipo de transporte, lo cual se traduce en su poco uso. Se encontró que las frecuencias de paso del servicio son muy bajas (superiores a 45 minutos en promedio) al compararse con las frecuencias de servicio en ciudades del mismo rango (normalmente inferiores a 35 minutos en promedio).

Los horarios de servicio no están ajustados, comenzando el servicio una hora más tarde de lo habitual y sin ningún tipo de refuerzo del servicio a lo largo de las horas punta. Así mismo, deben ser modificados algunos itinerarios con el fin de mejorar la correspondencia entre las líneas y el acceso a la estación del ferrocarril.

- *Desatención al refuerzo de recorridos peatonales.* Dicha desatención se presenta sobretodo en los espacios centrales de la ciudad. Las aceras poseen un ancho muy reducido en la mayoría de las calles y en los principales recorridos se aprecia la ausencia de un adecuado diseño y dimensionado. El eje peatonal más importante es Museo Dalí – Rambla – Plaza Cataluña – Estación RENFE, el cual se encuentra fragmentado, presenta anchos deficientes y cruces conflictivos con el tránsito motorizado, existiendo poca prioridad sobre dicho eje.

El Plan concluye con una propuesta de reorganización del espacio viario destinado a las diversas formas de movilidad y con una propuesta de integración de redes.

Se propone la transformación de la movilidad como una estrategia de organización futura y de adecuación del espacio público, buscando una adecuada y equilibrada integración entre las distintas redes que componen todo el sistema de movilidad; dicha transformación se basa en los siguientes tipos de intervención sobre el sistema de movilidad:

- *Intervenciones de Ámbito Regional, aprovechando que se está en fase de redacción de los proyectos infraestructurales regionales citados al principio.* De forma prioritaria es necesario una propuesta de integración de dichas infraestructuras que permita lograr una mejor organización urbana de la ciudad y de su entorno.

Fig. 8.4.4.6. Propuesta de Red exterior para el Plan Director Territorial.

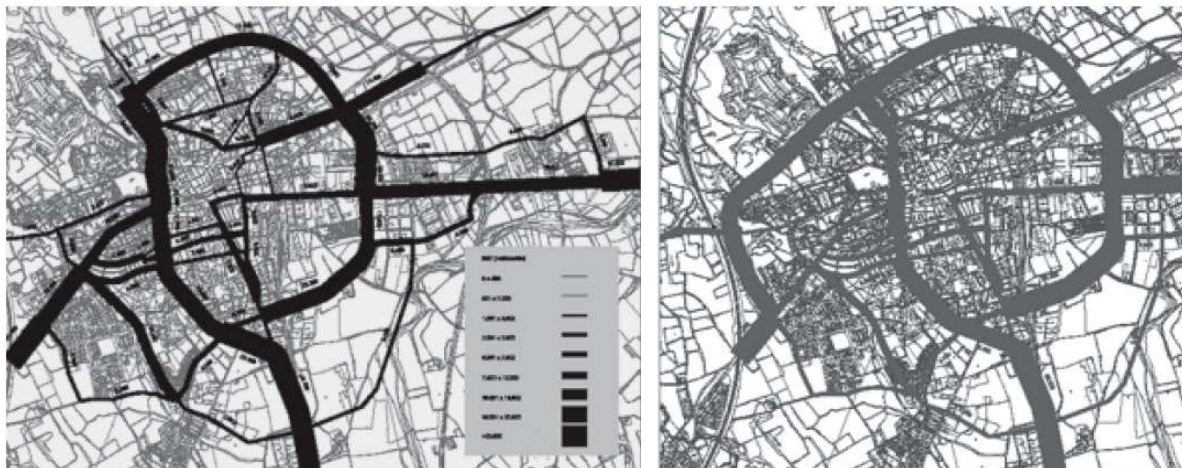


- *Red viaria básica de movilidad urbana.* Se buscó definir una red que respetase las áreas ambientales definidas y que permitiese la pacificación del sector centro de la ciudad, ayudando a que en el resto de la red viaria, el uso del vehículo privado sea restringido y subordinado a los otros modos alternativos de transporte.

Ahora bien, respecto a la propuesta de una *red viaria básica urbana de circulación*, se busca como objetivo, concentrar el flujo de tránsito en una pocas calles que posean adecuadas características físicas, que permitan la continuidad y proporcionen una buena conectividad, liberando así al resto de las calles que forman la trama viaria de la presión a

la cual están expuestas y consumo ineficiente del espacio. La principal tarea es culminar la ronda exterior, la cual requerirá de la perforación de un túnel que pase por debajo del castillo y su posterior articulación con el enlace intermodal al occidente. La ronda se plantea como una superposición de anillos que flexibilicen la distribución urbana y ofrezcan recorridos alternativos

Fig. 8.4.4.7. Pla Viario Básico y asignaciones vehiculares antes y después de completar la ronda exterior.



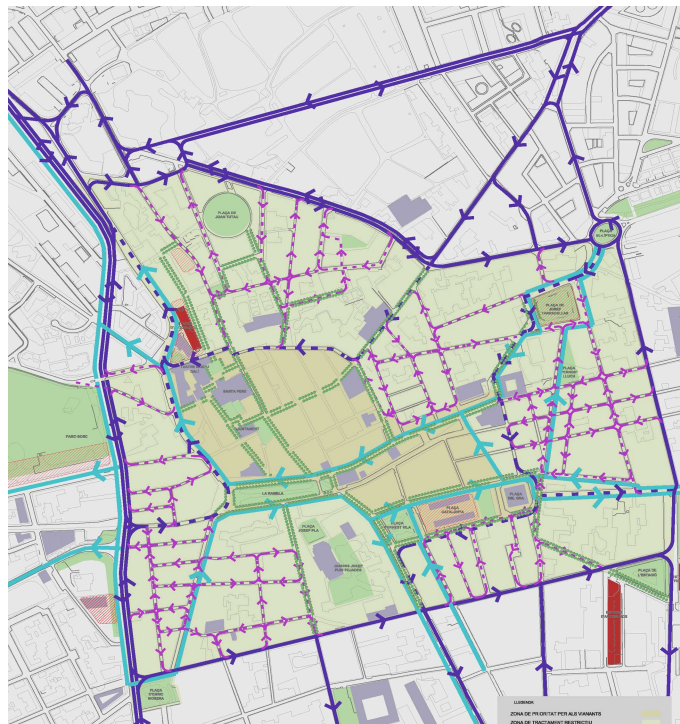
- *Red de Transporte público.* Definición de las modificaciones sobre los itinerarios y características operativas del servicio de transporte público, con el fin de aumentar e incentivar el uso de este medio de transporte.

Se propone la modificación de pocos itinerarios de autobuses, concentrándolos en corredores de servicio, por lo menos en el sector centro, con el fin de facilitar la correspondencia y aumentar la velocidad comercial. Otro motivo para modificar los itinerarios es su ajuste al nuevo direccionamiento de la vías y la aproximación a ciertos equipamientos.

El *transporte colectivo intermunicipal* es un elemento de vital importancia si se desea reducir la presión de los viajes foráneos que arriban a la ciudad (95% en vehículo privado); dado lo anterior, hace falta aumentar los itinerarios de este servicio hacia los principales núcleos costeros de la comarca, así como la construcción de una estación de buses intermunicipales en la futura estación intermodal del ferrocarril.

- *Red Peatonal.* Se define una red de itinerarios urbanos peatonales, independiente, pero integrada con la red viaria destinada para los vehículos privados, estableciéndose las intervenciones urbanísticas necesarias. Por otra parte, analizando las dimensiones de la ciudad, su pendiente, la ubicación del comercio y de los equipamientos, convierten a Figueres en una ciudad de ámbito peatonal. Dado lo anterior, es una prioridad para el Plan de Movilidad Urbana la *definición de una red cívica* entre los principales lugares de atracción y generación de viajes, poniendo especial atención en la estación del ferrocarril y los recorridos escolares).

Fig. 8.4.4.8. Red peatonal propuesta, detalle del sector centro.



- *Definición de la trama viaria restante con criterios de priorización entre modos de transporte y jerarquización funcional de todas las redes que le usaran, de forma integrada.* Habiéndose establecido los principales recorridos de las anteriores redes, la trama viaria restante debe responder a un conjunto de solicitudes, como la distribución del tránsito y las facilidades de acceso local. Las *redes deben estar segregadas*, con el fin de evitar en lo posible la competencia entre modos de transporte; se proponen tratamientos especiales de transformación de los elementos de la urbanización adaptando las calles residenciales a ser prioritarias para el peatón, mediante la aplicación de técnicas de recuperación de plataforma, instalación de dispositivos para la disminución de la

velocidad de circulación y adaptación de los cruces de calles, ampliación de aceras y determinación del estacionamiento.

Vale la pena resaltar que para poder llevar a cabo las propuestas realizadas por el Plan de Movilidad Urbana, es necesario concretar la relación de las obras a diferentes escalas, desde el trazado de infraestructuras territoriales hasta transformaciones en el mobiliario urbano de una calle, buscando siempre el desarrollo progresivo e integrado de éstas.

Por otra parte, actualmente se están analizando las fuentes de financiación de este Plan, luego de una multidisciplinaria discusión técnica entre todas las entidades involucradas en dicha transformación, como lo son las empresas de servicios públicos, los responsables de urbanismo, medio ambiente, obras públicas, gestores de transporte público y policía local. La posibilidad que determina el nuevo Reglament de la Llei de Mobilitat de establecer una cuota sobre los sectores de nuevo desarrollo urbano previstos en el Plan General, así como las obras que puedan involucrarse en los accesos a las nuevas infraestructurales regionales son las principales fuentes financieras potenciales.

