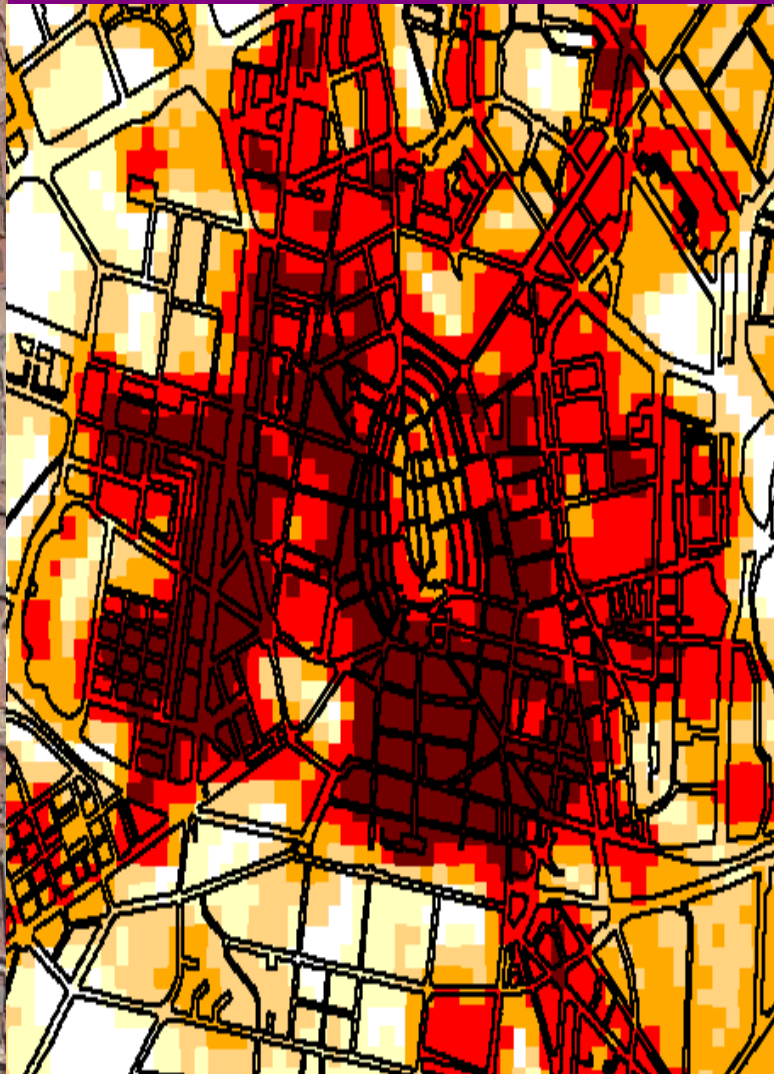


ANÁLISIS DE LA COMPLEJIDAD Y LA DIVERSIDAD URBANA



aplicado al caso concreto de la ciudad de Vitoria-Gasteiz, integrando información geográfica con bases de datos relativas a población, actividades económicas, catastro...



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ALGORITMOS Y JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE CELDA EMPLEADO EN EL ANÁLISIS	6
1.2.1 Índice de Shannon-Weaver.	7
1.2.2. El sistema de clasificación de las personas jurídicas.	8
1.2.3. El sistema iconográfico.	8
1.2.4. Justificación del tamaño de celda empleado en el análisis.	8
1.2.5. Diversidad por <i>Kernel</i> .	12
1.3. CONCLUSIONES	13
1.3.1. Conclusiones extraídas del análisis.	19

1.1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

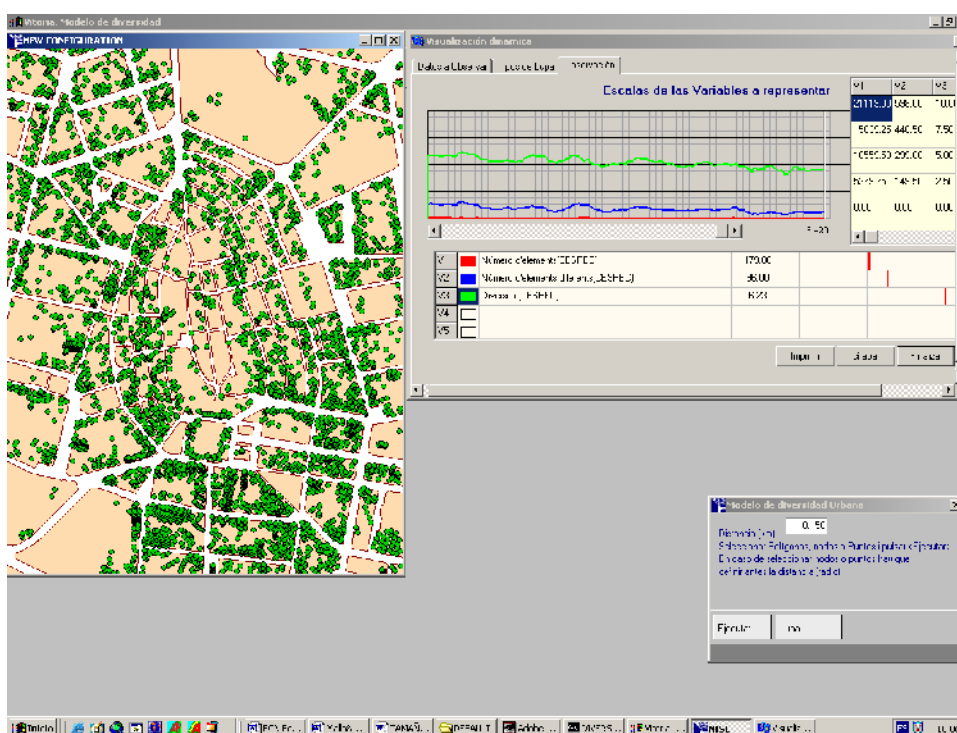
El Proyecto Divers fue coordinado por la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona bajo la financiación del Programa LIFE de la Unión Europea (LIFE02 ENV/E/000176) y a partir de él se avanzó en el desarrollo de un instrumento, y de una metodología, para el análisis de un modelo de ciudad basado en el aumento de la diversidad como apoyo a la toma de decisiones en el campo del planeamiento urbano.

El proyecto se desarrolló en diferentes localidades españolas (Barcelona, Vitoria-Gasteiz, Pamplona, Valencia), así como las ciudades de Atenas y Milán, centrándose en la actual discusión sobre el modelo de ciudad más sostenible, y en el desarrollo de instrumentos técnicos para su análisis y proyección.

Es un hecho ya ampliamente aceptado que la ciudad compacta y diversa, frente a la ciudad difusa, es la que mejor se posiciona en este proceso hacia modelos de desarrollo más sostenibles. La herramienta ha sido ya utilizada en la planificación estratégica de varias ciudades, en proyectos desarrollados desde la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.

En el proyecto se explicita el modelo y se define con precisión uno de los indicadores clave, la diversidad urbana. Para su análisis se han desarrollado un conjunto de útiles informáticos, soportados en sistemas de información geográfica, y se han aplicado en varias ciudades. También se ha desarrollado un “nuevo lenguaje” -iconográfico- de ámbito europeo para la caracterización de nuestras ciudades.

Los instrumentos desarrollados posibilitan también el análisis simultáneo de las múltiples variables que se dan cita en el sistema urbano.



En el siguiente trabajo se ha profundizado en la aplicación de esta herramienta al Municipio de Vitoria-Gasteiz. Tras esta breve introducción se justifican las herramientas, métodos y algoritmos empleados. Rematando el trabajo con un análisis de situación y evolutivo de la diversidad económica del municipio entre los años 1985-2006, así como una serie de conclusiones que se han podido extraer del mismo.

1.2. ALGORITMOS Y JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE CELDA EMPLEADO EN EL ANÁLISIS

1.2. ALGORITMOS Y JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE CELDA EMPLEADO EN EL ANÁLISIS

Se trata de recoger el cúmulo de algoritmos empleados en todo el proceso de análisis y generación de los mapas temáticos, así como justificar el tamaño de celda idóneo para el mismo.

1.2.1. Índice de Shannon- Weaver.

La complejidad en los sistemas urbanos está ligada a una cierta mezcla de orden y desorden, mezcla íntima que puede analizarse, en parte, haciendo uso del concepto de diversidad. Los organismos vivos y sobre todo el hombre y sus organizaciones, son portadores de información y atesoran, de forma dinámica en el tiempo, características que nos indican el grado de acumulación de información y también de la capacidad para influir significativamente en el presente y controlar el futuro.

Las organizaciones urbanas tienen atributos diferentes que desarrollan actividades también especializadas que hacen posible la división del trabajo. La inmensa mayoría de ciudadanos, de forma voluntaria o retribuida, forman parte de una o de varias organizaciones urbanas y éstas tienen objetivos específicos que se imponen, en las horas de trabajo, a los propósitos de los individuos miembros de la organización .

De hecho, las organizaciones urbanas tienen el estatuto de *personas jurídicas* en el estado de derecho, con derechos y deberes similares a los de las personas físicas.

La versión cuantitativa más extendida del indicador de diversidad es la basada en la teoría de la información de Shannon, y recibe el nombre de **Índice de Shannon**. Se calcula a partir de la probabilidad de que un individuo pertenezca a una de las especies presentes en el área estudiada. Consideremos un conjunto de N actividades que pertenecen a S categorías diferentes de actividad económica. Llamamos n_i a la cantidad de actividades de una categoría determinada i , cumpliéndose que:

$$n_1 + n_2 + \dots + n_S = N$$

La probabilidad p_i de que una actividad pertenezca a una categoría i es:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

El Índice de Shannon H es el sumatorio de los productos de las probabilidades p_i por su logaritmo.

$$H = \sum_i p_i \log_2(p_i)$$

El índice de Shannon es un índice logarítmico, es decir, cada incremento en 1 unidad del índice implica en realidad que la diversidad se ha doblado. Ello supone que para que el índice cambie de manera sensible tiene que haber una diferencia importante en la distribución de actividades. En el caso de una ciudad como Vitoria, el índice de Shannon varía entre 0 y 6,5.

Al calcular el índice utilizando un logaritmo en base dos, las unidades del índice son los bits de información.

Se están ensayando otros índices utilizados en la ecología académica para comprobar su aplicabilidad en los sistemas urbanos (índice de Brillouin, de Simpson, Evenness, índices de similitud, como por ejemplo el de Jaccard o el de información recíproca).

1.2.2. El sistema de clasificación de las personas jurídicas

Parte importante del proyecto se basó en la definición de un sistema de clasificación de las personas jurídicas en los sistemas urbanos. Dos personas jurídicas son especies diferentes cuando una de ellas aporta, en relación a las otras, algún valor añadido, alguna información que la hace diferente. En el tejido urbano se trata, normalmente, de una especialización que hace que la actividad se mantenga en el espacio y en el tiempo.

Los sistemas de clasificación disponibles responden a otros criterios, básicamente ligados a la fiscalidad. Por ello, se ha definido un nuevo sistema de clasificación de las personas jurídicas (actividad comercial, administración y asociaciones) compatible con los sistemas corporativos.

Cuando se trata de comparar a nivel europeo, la base es el CNAE (Clasificación Nacional de Actividades Económicas). Consiste en un sistema de 4 niveles definidos a nivel europeo, y un subnivel que puede ser definido a nivel estatal.

Cada ciudad dispone, además, de sus propios sistemas de clasificación, no siempre comparables entre ellos. Por ello se desarrolló un sistema de “traductores” que permiten trabajar con el sistema de cada ciudad, cuando se trabaja en ella, o con el CNAE, cuando se quiere comparar entre ciudades.

1.2.3. El sistema iconográfico

Parte del proyecto consistía en el desarrollo de un sistema iconográfico de las personas jurídicas, que conforma un nuevo diccionario –pictográfico- para la lectura de la ciudad. También se ha programado un software de “construcción” de nuevos iconos.

En el Anexo-5 se definen los criterios iconográficos, así como la herramienta lupa empleada en su análisis. Por otro lado es en el Anexo-6 donde se recoge el sistema de iconos generados y empleados en la aplicación del municipio de Vitoria-Gasteiz.

1.2.4. Justificación del tamaño de celda empleado en el análisis

Mapas de diversidad:

Para representar la diversidad de una zona urbana utilizamos mapas de malla, en los que el espacio de estudio se divide en zonas iguales y se calcula la diversidad para cada zona. Con estos valores se realiza un mapa temático.

Este mapa, por ejemplo, es un mapa de diversidad del casco antiguo de Vitoria-Gasteiz.

Este tipo de representación de la diversidad permite observar su distribución espacial y determinar núcleos de actividad urbana.



Selección del tamaño de malla

El cálculo de la diversidad dividiendo el espacio a estudiar con una malla da resultados diferentes según qué malla se utilice. No sólo diferentes, sino que con una mala elección de malla los resultados pueden ser incorrectos.

Así pues, se hace necesario definir claramente qué factores influyen en la elección de los parámetros de la malla, cómo influyen y qué valores han de tomar para que obtengamos un resultado aceptable.

Debe tenerse en cuenta desde un principio que el hecho de dividir el espacio de medida en una serie de áreas supone inevitablemente una pérdida de información.

Los parámetros de una malla que pueden llegar a influir en el análisis de la diversidad son:

- La forma de la malla.
- El tamaño del elemento de malla.
- La posición y orientación de la malla.

□ **Forma de la malla**

Generalmente las mallas utilizadas para realizar cálculos son cuadradas, aunque para algunos estudios ecológicos se escogen elementos de malla rectangulares cuando es interesante que cada elemento cruce diversas áreas ecológicas diferentes, para poder realizar una media. De hecho, una malla puede ser de cualquier forma que permita teselar completamente un espacio bidimensional.

Por defecto trabajaremos con mallas cuadradas, por sencillez conceptual y porque es el tipo de malla más común, y el software de GIS existente puede generar mallas cuadradas con cierta facilidad.

La forma de una malla puede afectar a la isotropía de la medida. Es decir, hay formas de malla que son menos sensibles a la orientación. Por general podemos suponer que será menos sensible a la orientación como más lados tenga el polígono que forma la malla. Pero como veremos más adelante, la orientación es un factor que influye mínimamente en el cálculo de la diversidad.

□ **Tamaño del elemento de malla**

El tamaño de una malla es el parámetro quizás más importante a determinar. Un tamaño de malla (en el caso más común el tamaño de malla se refiere al lado del cuadrado que forma la malla) demasiado pequeño hará que haya una muestra demasiado pequeña de actividades en cada elemento, y los cálculos resultantes no serán válidos estadísticamente. Por el contrario, un tamaño de malla muy grande nos dará como resultado un mapa con información demasiado general y por tanto inútil.

Así pues, ha de existir un punto óptimo entre el tamaño demasiado pequeño y el tamaño demasiado grande. Para encontrar ese punto óptimo, se puede realizar el siguiente proceso:

- Escoger una zona representativa del área de estudio.
- Crear un único cuadrado en la zona y realizar el cálculo o medida del índice.
- Repetir el cálculo para diferentes tamaños de cuadrado.
- Graficar el resultado con el tamaño de cuadrado en las abscisas y el índice calculado en las ordenadas.

Estudiando la gráfica resultante podemos obtener conclusiones sobre el tamaño más adecuado.

Si el valor calculado resulta más o menos constante, la diversidad no varía con el tamaño de malla y podemos escoger el que más nos convenga. En otros casos, se ha de tomar el tamaño en el que el índice calculado se estabiliza.

Consideraremos que un valor se ha estabilizado cuando la diferencia de valor entre un punto y otro de las medidas es menor al 5%.

Por último, es posible que el valor medido no se estabilice sino que fluctúe para todos los valores de tamaño de cuadrado. En este caso no se puede definir un tamaño óptimo y por tanto lo más prudente sería representar mapas con diferentes tamaños de malla.

❑ **Orientación y posición de la malla**

La orientación de la malla debería hacerse de manera que coincidiese con la orientación de la red de calles, parcelas, etc. La posición de la malla ha de quedar definida mediante un punto de referencia, para poder reproducir la misma malla idénticamente.

Si la red de calles es irregular la orientación ha de ser arbitraria.

Se pueden hacer procedimientos que optimicen la posición y orientación de la malla, pero pueden ser demasiado complicadas y lentas, y la mejora en los cálculos es mínima.

Procedimiento técnico de determinación del tamaño de una malla

Para determinar el tamaño de una malla, partimos de un workspace de BRIDGES que contenga una clase con las actividades georreferenciadas junto a cartografía de referencia. También ha de estar configurada la lupa para realizar análisis de diversidad.

Antes de realizar ningún cálculo, observaremos el área de estudio y seleccionaremos aquellas zonas que presenten (visualmente) una estructura de calles y bloques distintiva. La estructura de calles determina en cierta manera una 'dimensión' de la actividad urbana y, por tanto, también la dimensión intrínseca de la diversidad.

Se dibuja un recorrido para cada zona seleccionada a través del cual la lupa realizará el análisis.

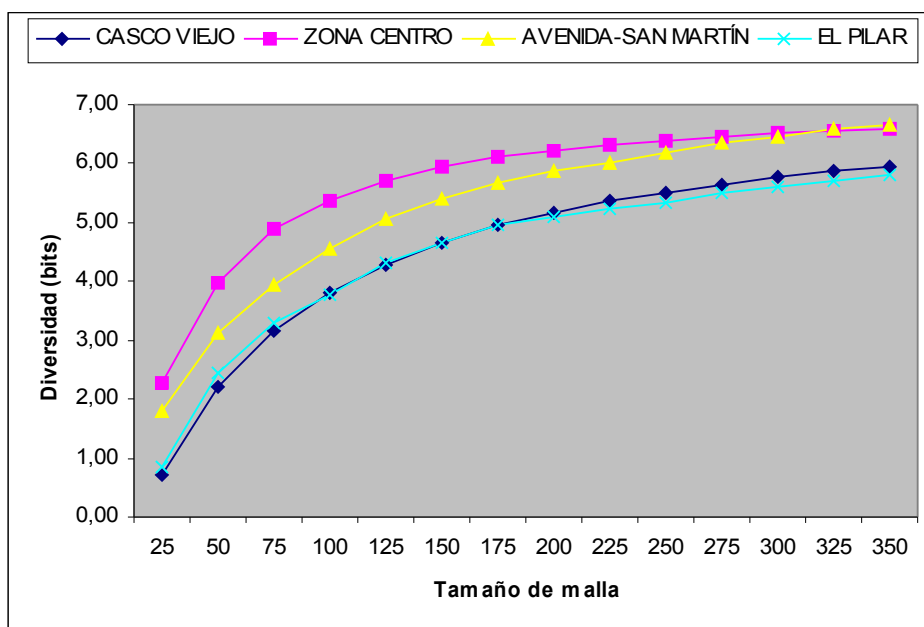
Teniendo descongelada la clase que contiene las actividades económicas, se abre la lupa y se configura para que utilice una lupa cuadrada, y realice análisis de diversidad para cada recorrido según el área de estudio. Se calcula la diversidad para varios tamaños de lado, realizando un muestreo que cubra el rango 25m-350m.

Los datos obtenidos se tabulan en una hoja *Excel* y se grafican, para obtener un resultado visual de la dependencia de la diversidad con el tamaño. Si sigue una tendencia similar a la descrita, podemos obtener el punto en el que se estabiliza calculando entre qué dos puntos la variación de diversidad es menor del 5%.

Para el caso del Municipio de Vitoria-Gasteiz, se han realizado análisis como los descritos, en cuatro zonas que mostraban un tejido urbano diferenciado de otras: Casco Antiguo, Zona Centro, Avenida-San Martín y El Pilar.

Los datos obtenidos fueron:

Tamaño malla	CASCO VIEJO	ZONA CENTRO	AVENIDA-SAN MARTÍN	EL PILAR
25	0,72	2,26	1,81	0,84
50	2,20	3,97	3,12	2,44
75	3,16	4,88	3,95	3,30
100	3,82	5,38	4,56	3,76
125	4,29	5,71	5,07	4,33
150	4,64	5,96	5,39	4,67
175	4,95	6,11	5,67	4,95
200	5,17	6,22	5,88	5,09
225	5,37	6,32	6,02	5,22
250	5,52	6,39	6,18	5,35
275	5,64	6,46	6,36	5,51
300	5,76	6,51	6,46	5,60
325	5,87	6,55	6,58	5,72
350	5,95	6,59	6,65	5,81



Se puede observar en la gráfica cómo en los cuatro casos la diversidad aumenta rápidamente para tamaños de malla pequeños, baja su ritmo de crecimiento hacia los 100 m de tamaño, se estabiliza alrededor de los 200 m y para grandes tamaños la variación de diversidad es mínima. Según el criterio que hemos establecido anteriormente, el tamaño de malla idóneo estaría alrededor de los 200 m. Por lo tanto hemos realizado un análisis con una malla de 200 m para cada etapa.

De todas formas, es sabido que a mayor tamaño de malla se pierde un mayor volumen de información. Por ello se ha visto conveniente también incluir una discriminación de la información para una cuadrícula de 50 m, perdiendo así menos información y realizar el análisis en un entorno de 100 m, que es el punto donde se empieza a estabilizar el índice de diversidad.

2.2.5. Diversidad por Kernel

Los análisis por *kernel* son un proceso sobre mapas *raster* que permite extraer información mediante cálculos sobre los valores en un entorno al punto en el que se realiza el cálculo.

El análisis realizado consiste en la división del área de estudio en celdas de una malla de tamaño pequeño. Pero, en lugar de calcular la diversidad para cada celda, se asigna un buffer circular de un tamaño determinado y se calcula la diversidad de las actividades contenidas en ese buffer, siendo el valor obtenido el que se asociará a la celda.

Con esta técnica cada actividad está incluida en un conjunto de *buffers* en su entorno y, por tanto, influye en la diversidad de varias celdas de malla a su alrededor.

El mapa resultante de un análisis de diversidad por kernel da una distribución de diversidad 'suavizada' que muestra la tendencia subyacente. El grado de suavizado depende del radio del buffer: el mapa no mostrará variaciones de diversidad más pequeñas que el tamaño del círculo que hace de buffer. Se suman los valores de los puntos que caen dentro del área ponderados dependiendo de la cercanía al centro de análisis.



El proceso de elección del tamaño de buffer es equivalente al de elección del tamaño de malla. Un tamaño demasiado grande producirá mapas con información demasiado genérica y uno demasiado pequeño dará mapas con ruido. Así pues, se necesita realizar un estudio de tamaño de buffer siguiendo el mismo método utilizado para el tamaño de malla.

1.3. CONCLUSIONES

1.3. CONCLUSIONES

Como se ha comentado en la introducción, en este segundo apartado del trabajo se recoge el análisis de situación y evolutivo de la diversidad económica entre los años 1985 y 2006, así como una serie de conclusiones que se han extraído de los mismos.

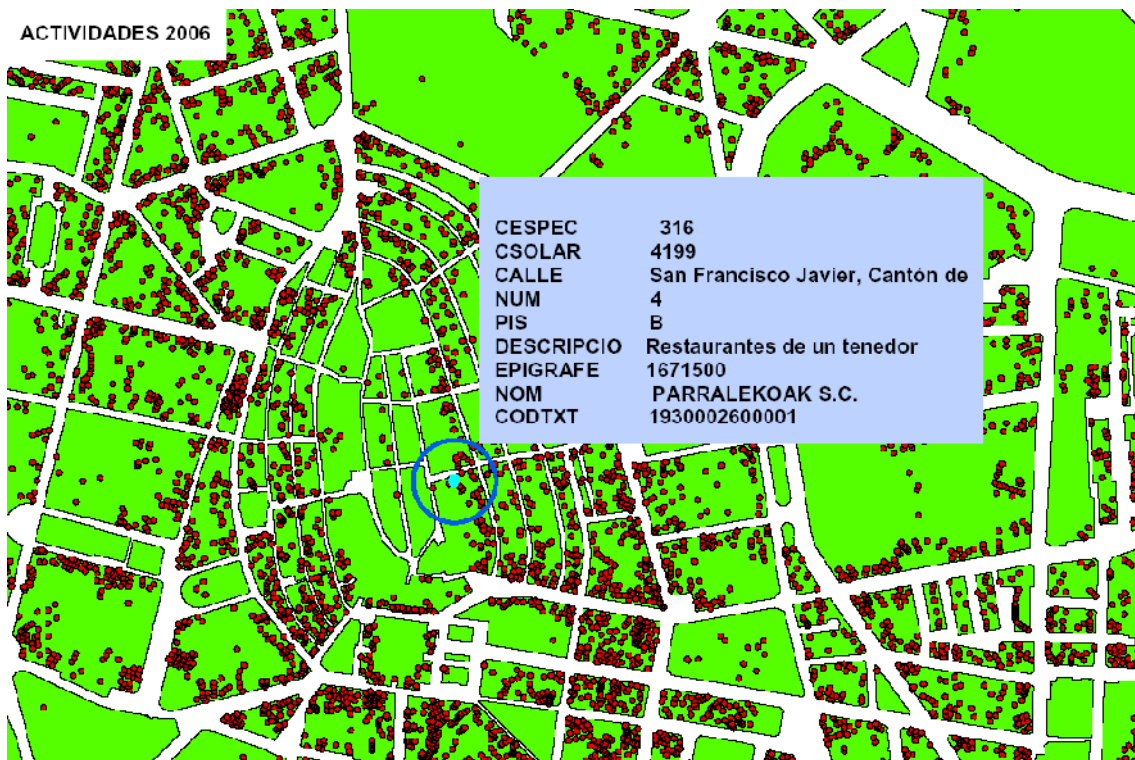
Se trata de un análisis en el cual se determina de alguna forma un indicador principal de conocimiento urbano, entendiendo que sintetiza con su medida, la densidad de información así como su diversidad. Es también una medida de información organizada porque sus portadores de información (personas jurídicas implicadas en el mensaje) renuevan su “supervivencia” cada día luchando por no desaparecer (Rueda, 2005).

De acuerdo con este enfoque, ha resultado relativamente sencillo realizar una primera aproximación al cálculo de la diversidad para el caso de nuestra ciudad. Se partió para ello de localizar espacialmente los diferentes portadores de información a partir de los registros del Impuesto de Actividades Económicas y, tras subdividir la ciudad mediante una malla regular, calcular posteriormente la diversidad para cada una de las celdas de acuerdo con la fórmula de Shannon-Weaver.

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

H es la diversidad y expresa el número de bits de información por individuo. P_i indica la probabilidad de ocurrencia, es decir, el número de miembros que cumplen una determinada peculiaridad en el conjunto de los miembros de una comunidad. El máximo valor de H en una determinada comunidad se obtendría con la diferenciación máxima de los portadores de información (personas jurídicas, actividades, entidades, instituciones,...) y la máxima equifrecuencia de cada uno de ellos.

La determinación del tamaño de malla idóneo para el análisis, así como el método de análisis (*Kernel*), ya fueron explicados en un apartado precedente a éste.



1.3.1. Conclusiones extraídas del análisis

Se ha realizado un primer análisis basado en los mapas de diversidad calculados, tanto mapas de diferente cuadrícula o banda de análisis, como el realizado por manzanas (Fig. 1, Fig.2 y Fig.3). Además se ha tenido en cuenta también el mapa demográfico calculado a partir de los datos de padrón, que nos da una visión de la distribución de la población en el municipio (Fig.4), útil para analizar el grado de correlación entre densidad de población y diversidad.

En éste acercamiento a la situación actual, se perciben claras diferencias de diversidad en distintos tejidos urbanos, con áreas especialmente densas entorno al ensanche y a determinados ejes viarios de la ciudad (Avenida de Gasteiz, Los Pintores, Beato Tomás de Zumarraga, Francia, Los Herrán, Zona Centro y Desamparados). Se vislumbran igualmente de forma más o menos nítida importantes déficits de diversidad en ciertas zonas de la ciudad, en especial Txagorritxu-Gazalbide, Lakua y Lakuabizkarra (éste último quizás aún no haya tenido tiempo suficiente para su consolidación). A menor escala, pero palpables son también la escasa diversidad de barrios como Santa Lucía, Ciudad Jardín y Zaramaga. Éste último presenta cierta actividad centrada en dos ejes, Portal de Legutiano y Reyes de Navarra, pero una gran laguna en su interior. Se trata de una zona para la reflexión, ya que además en sus inmediaciones se ha construido recientemente el Centro Comercial de gran superficie Boulevard, cuyo efecto en el tiempo habrá que estudiar con un mayor detenimiento.

Con respecto a la correlación entre la diversidad y la densidad de población, cabe destacar que no se aprecia una distribución espacial de la diversidad acorde con la densidad de población. Áreas especialmente densas como Sansomendi, Santa Lucía o Ariznabarra, presentan una diversidad deficitaria.

No obstante al margen de pequeñas discontinuidades, puede desprenderse de este primer análisis que el casco urbano residencial presenta a día de hoy unos niveles razonablemente altos de diversidad en gran parte de la ciudad.

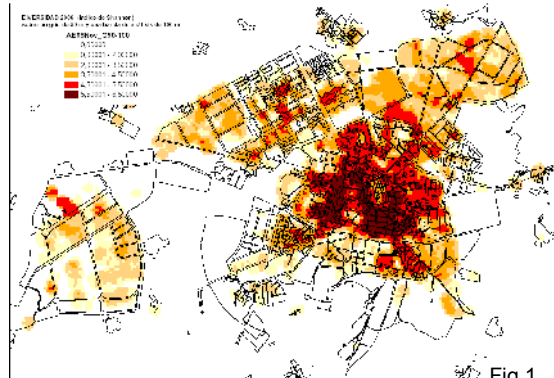


Fig.1

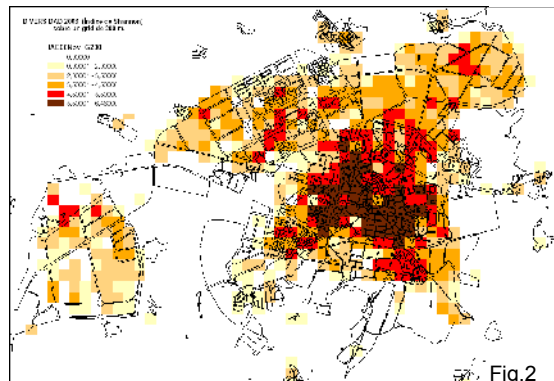


Fig.2

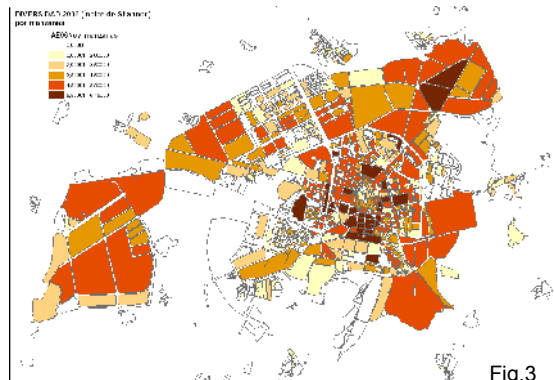


Fig.3

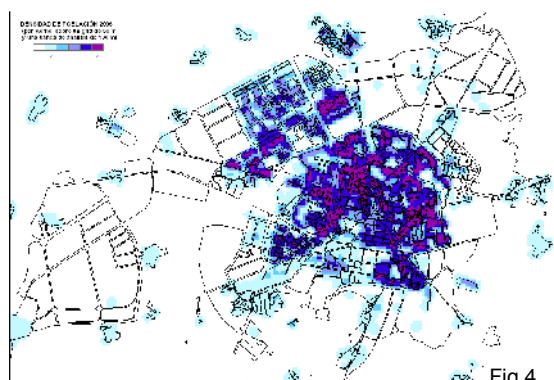


Fig.4

Ésta aproximación a la diversidad de Vitoria-Gasteiz, como indica Salvador Rueda, nos ofrecería el grado de madurez o centralidad del territorio y por lo tanto su complejidad. En materia de planificación estratégica nos muestra las nuevas áreas de centralidad, pero que para su consolidación precisarían de determinadas intervenciones estratégicas que articulasen a lo largo de corredores de complejidad una conexión con el corazón central de la ciudad (nuevos equipamientos y actividades, actuaciones en el diseño del espacio público...). Consideraciones de este tipo están íntimamente relacionadas con un Plan de Movilidad Sostenible de Vitoria-Gasteiz, ya que según indica S. Rueda, parece existir una relación directa entre la diversidad de actividades y la densidad de peatones que ocupan el espacio público.

Habría que preguntarse así mismo cuáles son las características bajo esta perspectiva que hace que algunos tejidos urbanos sean más maduros que otros y si presentasen algunos patrones comunes, podría ser factible reproducirlos en los nuevos desarrollos tratando de favorecer, en la medida de lo posible, la creación de nuevos espacios de centralidad, conocimiento y complejidad. No vamos a entrar en este trabajo a definir o analizar cuáles pueden ser los patrones urbanísticos, ya que se entiende que esta labor excede el alcance de este trabajo. Pero sí mencionar que en el Libro Verde de Medio Ambiente Urbano del Ministerio de Medio Ambiente se recogen una serie de consideraciones en pro de un urbanismo más sostenible, como evitar tejidos residenciales sin comercio de proximidad, sin posibilidad de empleos de proximidad, sin servicios mínimos del estado de bienestar, introducción de centros de actividad en tejidos degradados...

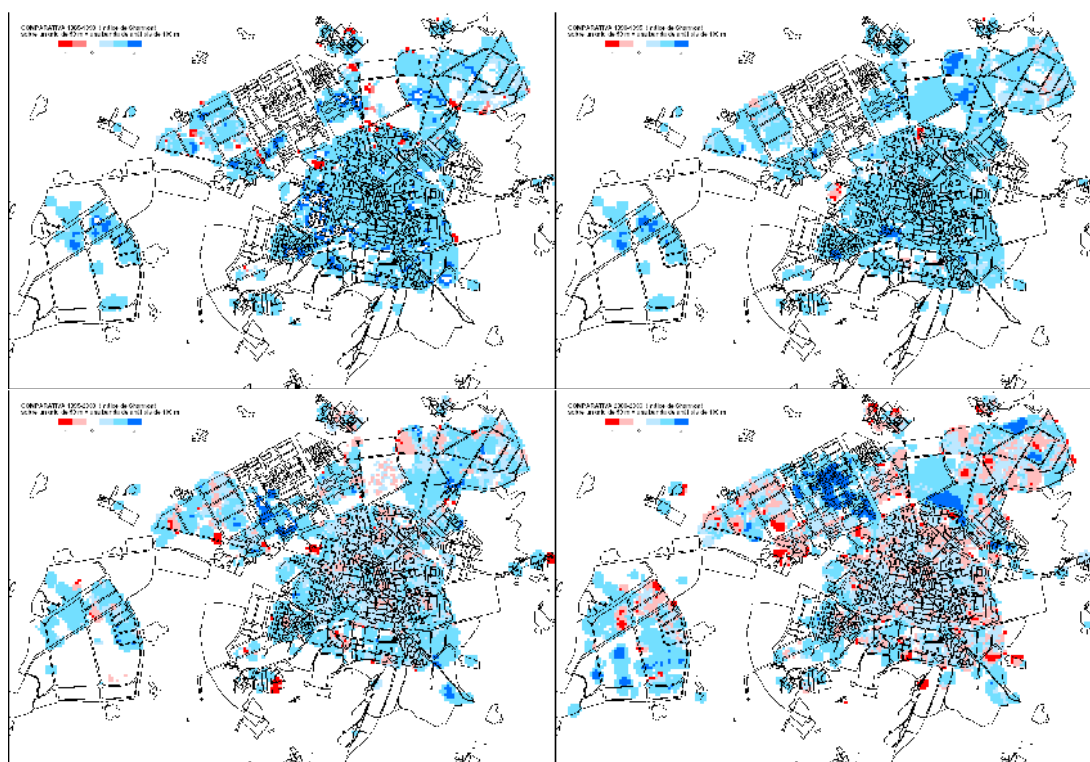


Fig.5

Con respecto a la evolución de la ciudad que se muestra en la Fig.5 de arriba, se vislumbra una ciudad en expansión como es lógico. Mientras que la mayoría de las zonas según se han ido consolidando en el tiempo han ido adquiriendo unos niveles de diversidad aceptables, los barrios mencionados como deficitarios han seguido una progresión negativa. Cabría comparar unos barrios con otros por etapas temporales y analizar su evolución bajo esta perspectiva. Por ejemplo se percibe una cierta evolución aceptable en el barrio de El Pilar en comparación con Txagorritxu o Zaramaga, ambos de la misma época (mediados de los 60).

Se percibe una evolución negativa en la denominada Almendra Medieval, sobre todo en la comparativa de análisis final (2000-2006).

Para finalizar otra de las situaciones importantes que habrá que analizar a nivel evolutivo es la situación de la recientemente construida gran superficie comercial en el Boulevard, si bien es probable que aún no haya transcurrido tiempo suficiente para analizar los efectos del centro comercial en su entorno, ni en cuanto a la movilidad en el conjunto de la ciudad, pero que provoca una situación de cambio es evidente.

Resumiendo, se puede deducir que al margen de estas zonas reseñadas que cabría estudiar detenidamente, los niveles de diversidad del casco urbano son razonablemente altos en la mayor parte de la ciudad.

Tal y como indica Rueda, el grado de madurez o centralidad de un territorio vendría reflejado por la medida de su diversidad y, por lo tanto de su complejidad (Rueda, 2002). Este tipo de aproximaciones se convertirían entonces en herramientas útiles para orientar la toma de decisiones en materia de planificación estratégica mostrando de manera evidente, por ejemplo, áreas de nueva centralidad que se han empezado a llenar de “conocimiento” pero que para su consolidación precisarían de determinadas intervenciones estratégicas que articulasen, a lo largo de los corredores de complejidad que los vinculan con el corazón central de la ciudad, determinadas variables relacionadas (nuevos equipamientos y actividades, actuaciones en el diseño del espacio público, ...). Consideraciones de este tipo se están teniendo en cuenta, por ejemplo, en los trabajos de redacción del Plan de Movilidad Sostenible y Espacio Público de Vitoria-Gasteiz ya que, según indica Rueda, parece existir una relación directa entre la diversidad de actividades y la densidad de peatones que ocupan el espacio público.

Cabría preguntarse asimismo acerca de las características que, bajo esta perspectiva hacen a unos tejidos más maduros que a otros y si, en el caso de que éstos presentaran algunos patrones comunes, podría ser factible tratar de reproducirlos en los nuevos desarrollos tratando de favorecer, en la medida de lo posible, la creación de nuevos espacios de centralidad, conocimiento y complejidad.

Referencias

Margalef, R. (1986). . Editorial Omega. Barcelona.

Rueda, S. et al. (2006). *Libro Verde de medio ambiente urbano.* Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Rueda, S. (2005). *Modelos de ordenación del territorio más sostenibles. La sostenibilidad en el proyecto arquitectónico y urbanístico.* IAU+S. Madrid.

Rueda, S. (2002). *Barcelona, ciutat mediterrània, compacta i complexa : una visió de futur més sostenible - Agenda 21 BCN.* Ajuntament de Barcelona, Sector de Manteniment i Serveis, Direcció Educació Ambiental i Participació.

Rueda, S. (1999). *Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles.* Fundación Forum Ambiental, Barcelona.