

XV Congreso Nacional Tecnologías de Información Geográfica

Tecnologías de Información Geográfica en el contexto de Cambio Global

Modelado de cambios de usos de suelo urbano a través de redes neuronales artificiales. Comparando dos aplicaciones de software.



Jaime Díaz-Pacheco
Universidad Complutense de Madrid
jdiazpac@ghis.ucm.es



Richard Hewitt
Universidad de Alcalá
richard.hewitt@uah.es

20-09-2012



ESQUEMA DE LA PRESENTACIÓN.

1. Objetivos.
2. Usos de suelo para interpretar el fenómeno urbano, patrones de cambio de usos de suelo.
3. Origen y aplicación de las RNAs.
4. Aplicación de las RNAs para el modelado dinámico de los usos de suelo.
5. Características y descripción del modelo, selección de variables y área de estudio.
6. Presentación de las dos aplicaciones LTM y LCM.
7. Resultados.
8. Conclusiones.



1. Objetivos.

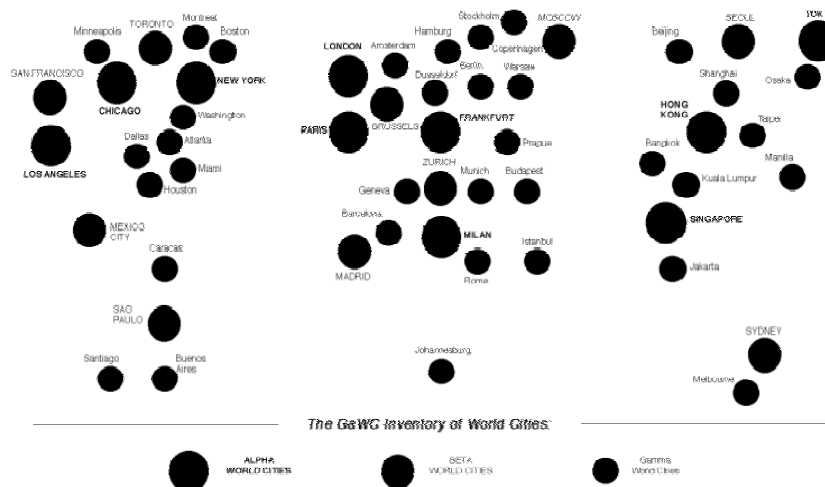
- EXPLORAR LOS POTENCIALES DE TRANSICIÓN DE CAMBIOS DE USOS DE SUELO URBANO EN LA REGIÓN DE MADRID.
- COMPARAR LOS RESULTADOS DE DOS APLICACIONES DIFERENTES QUE IMPLEMENTAN RNAs:
 - A. LAND TRANSFORMATION MODELER (UNIVERSIDAD DE PURDUE)
 - B. LAND CHANGE MODELER. IDRISI (UNIVERSIDAD DE CLARK).
- COMPROBAR LA UTILIDAD DE ESTE MÉTODO PARA ESTUDIAR LA POTENCIALIDAD DE UN ESPACIO PARA MUTAR A UNA CATEGORÍA DE SUELO URBANO.



2. Usos de suelo para interpretar el fenómeno urbano, patrones de cambio de usos de suelo.

El fenómeno global de la urbanización y el crecimiento de las grandes estructuras urbanas...

... continúa de modo intenso desde la eclosión de las primeras ciudades industriales en Europa v EEUU.



Fuente: GawC Inventory of World Cities.

...sucede en cada una de las grandes regiones urbanas del mundo, si bien lo hace en diferentes proporciones, ratios de crecimiento, morfología...

A pesar de esta diversidad evolutiva, las grandes áreas urbanas comparten características comunes: alto nivel de dinamismo y altos índices de crecimiento.

¿Cómo podemos aproximarnos al fenómeno urbano a través de la observación de la dinámica de los usos de



Fuente: <http://arsberlin.wordpress.com/>

MODELOS GEOGRÁFICOS,
TÉCNICAS ESTADÍSTICAS,
ALGORITMOS: RNAs, AC.

¿Cómo contribuyen estos factores a la dinámica de cambio de usos de suelo urbano?

FACTORES ENDÓGENOS Y
EXÓGENOS



GENERACIÓN DE PATRONES



DINÁMICA DE USOS DE SUELO



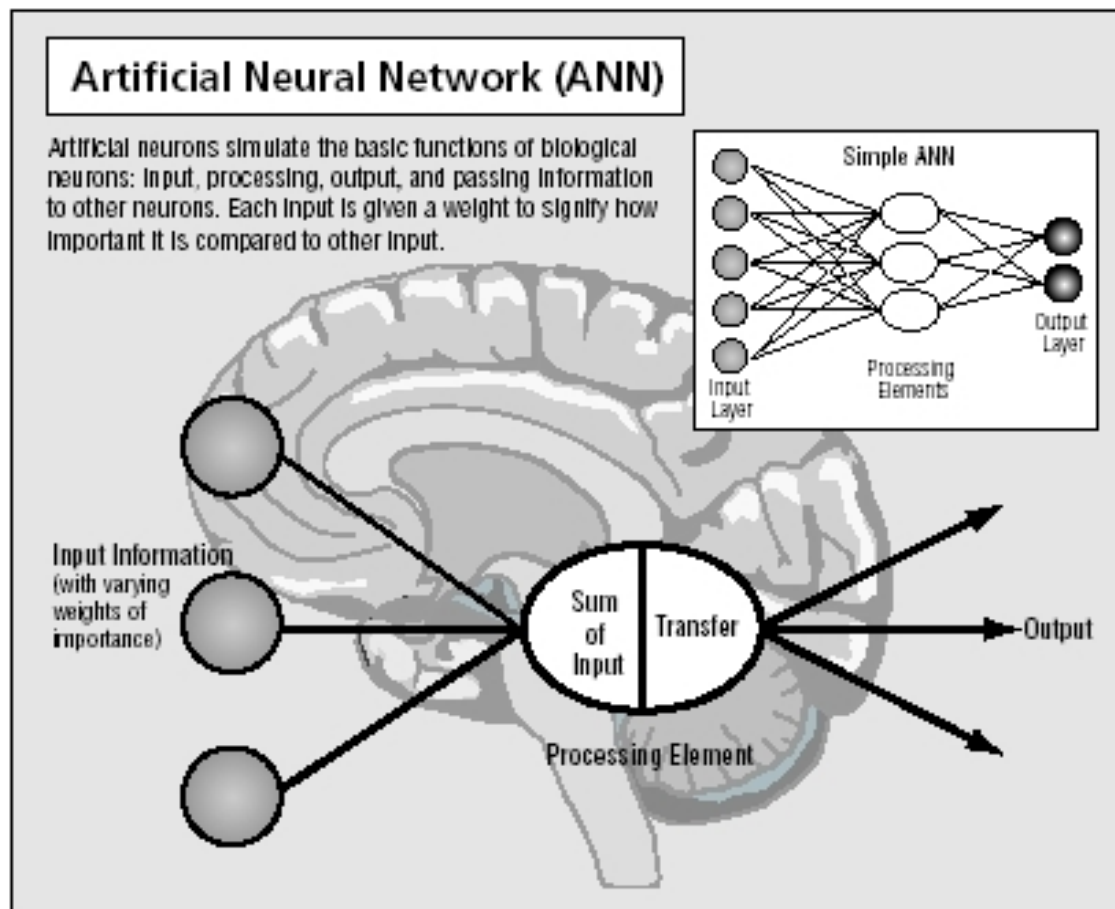
Jaime Díaz-Pacheco
jdiazpac@ghis.ucm.es



Richard Hewitt
richard.hewitt@uah.es

3. Origen y aplicación de las RNAs.

Originalmente, las **RNAs** fueron desarrolladas en función de imitar el funcionamiento del sistema neuronal cerebral humano en su modo de **identificar patrones y aprender de los mismos a través de un ejercicio de prueba error** y por medio de las relaciones entre los datos.



- Capacidad de “aprendizaje”.

- Entrenamiento basado en iteración.



Jaime Díaz-Pacheco
jdiazpac@ghis.ucm.es

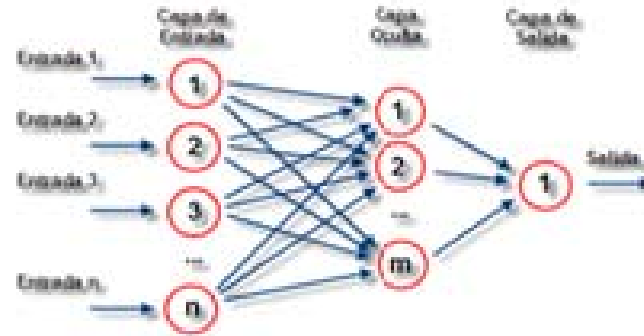


Richard Hewitt
richard.hewitt@uah.es

4. Aplicación de las RNAs para el modelado dinámico de los usos de suelo.



PERCEPTRON MULTICAPA, RED NEURONAL ARTIFICIAL.



Capa de entrada: Formada por aquellos neurones que introducen los patrones de entrada en la red. En estas neuronas no se produce procesamiento.

Capas ocultas: Formada por aquellas neuronas cuyas entradas provienen de capas anteriores y cuyas salidas pasan a neuronas de capas posteriores.

Capa de salida: Neuronas cuyos valores de salida se corresponden con los valores de toda la red.

Fuente: Díaz-Pacheco, 2010

El perceptrón consiste en la existencia de un nodo único, el cual recibe entradas que son ponderadas aleatoriamente dando lugar a resultados de acuerdo a unas reglas (umbrales) definidas.

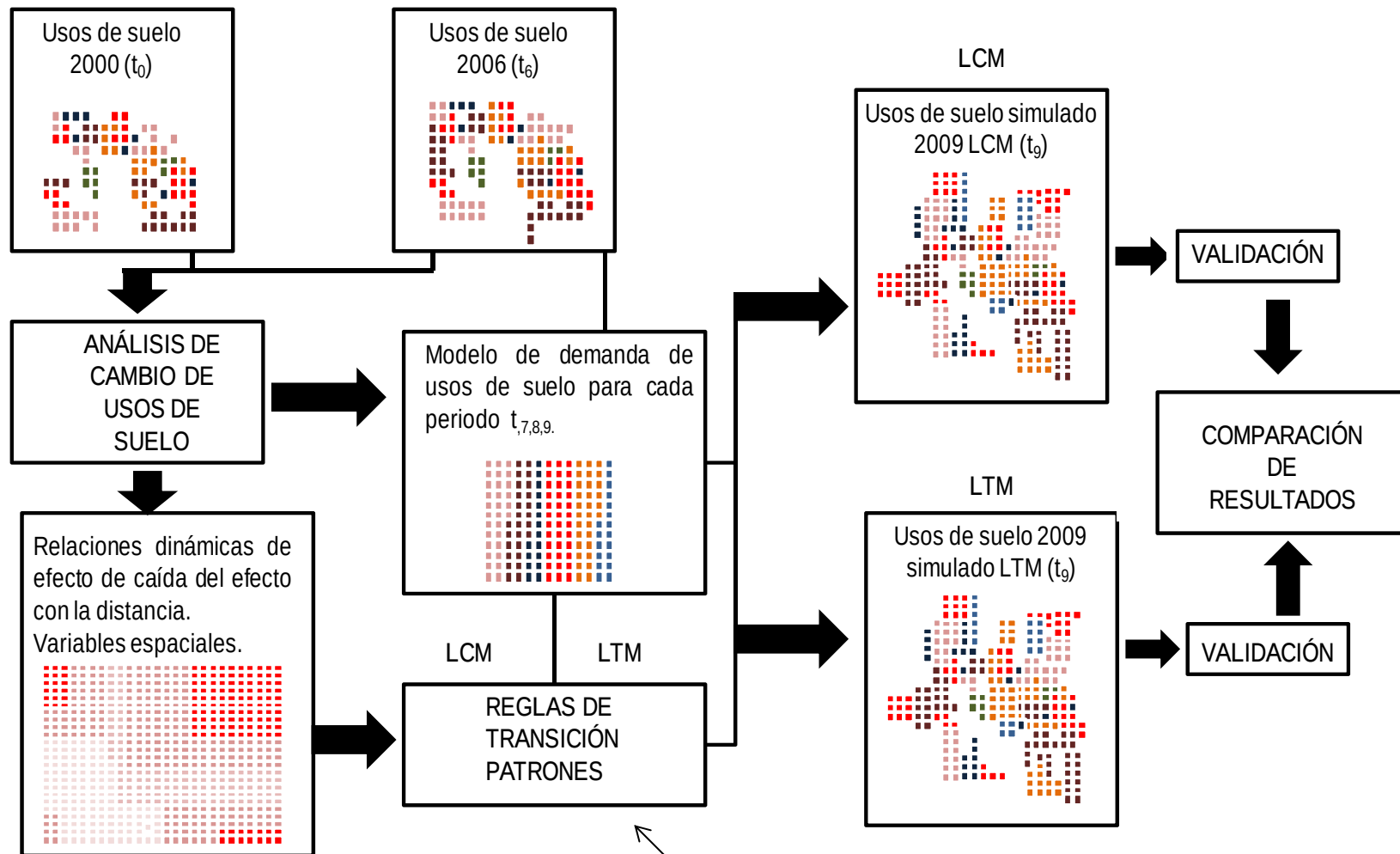


Jaime Díaz-Pacheco
jdiazpac@ghis.ucm.es



Richard Hewitt
richard.hewitt@uah.es

5. Características y descripción del modelo.



Fuente: Díaz-Pacheco, J. y Hewitt, R. 2012



Jaime Díaz-Pacheco
jdiazpac@ghis.ucm.es



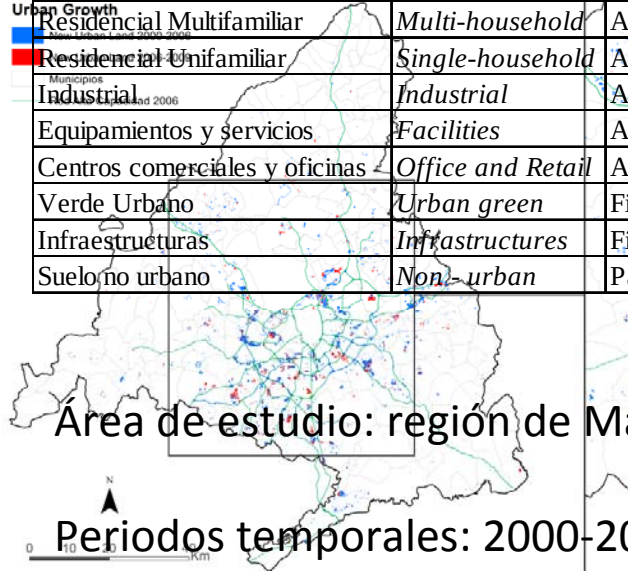
Richard Hewitt
richard.hewitt@uah.es

RNAs

5. Características y descripción del modelo.

Área de estudio y análisis previo de cambio de usos de suelo.

Usos de suelo	Nomenclatura	Estado Funcional
Residencial Multifamiliar	Multi-household	Activo
Residencial Unifamiliar	Single-household	Activo
Industrial	Industrial	Activo
Equipamientos y servicios	Facilities	Activo
Centros comerciales y oficinas	Office and Retail	Activo
Verde Urbano	Urban green	Fijo
Infraestructuras	Infrastructures	Fijo
Suelo no urbano	Non-urban	Pasivo



Área de estudio: región de Madrid.

Periodos temporales: 2000-2006-
2009 de bdd de usos de suelo.

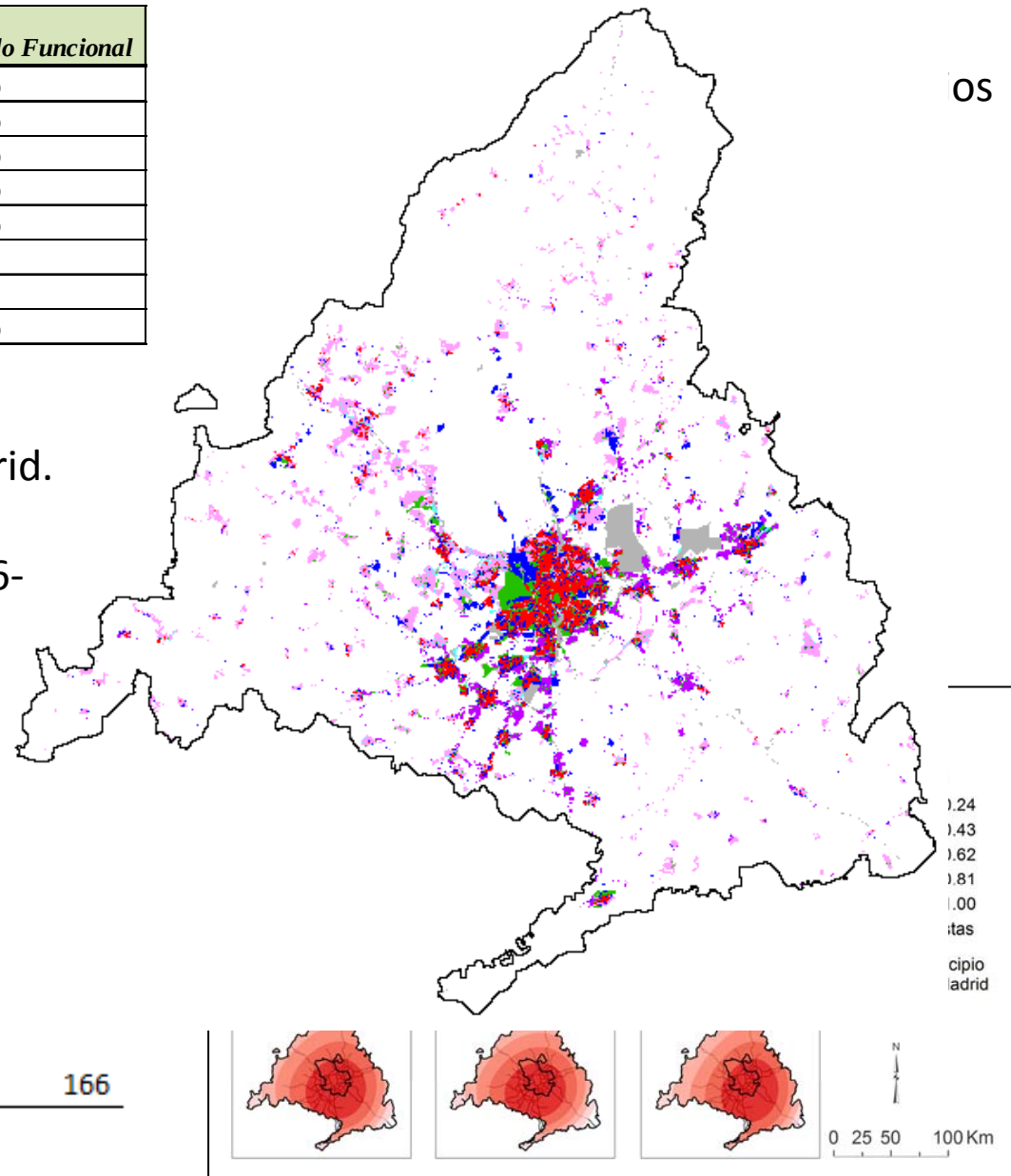
Fuente: Díaz-Pacheco y García Palomares, 2012

Fuente Usos de Suelo: MLU.

Análisis de la demanda de usos de

	2000	% Crec.	2006	% Crec.	
Población	5.207.408	15,42	6.010.189	6.30	
HA. Suelo Urbano	89.165	14,45	102.052	4.30	
m2/hab.	171	-0,99	169	-0,98	166

Fuente: INE. MLU.



5. Características y descripción del modelo.

Selección de variables

Change toward../Variables	Overall Analysis Cramer's V	P Value	Office-Retail	P Value	Residential Singlehousehold	P Value	Residential Multihousehold	P Value	Industrial	P Value	Facilities	P Value
Distancia a equipamientos	0.1190	0	0.3898	0	0.3467	0	0.5467	0	0.2483	0	0.1352	
Densidad de población 2005	0.1327	0	0.2461	0	0.5123	0	0.5306	0	0.1432	0	0.1881	
Distancia al municipio de Madrid	0.1058	0	0.2059	0	0.3708	0	0.4436	0	0.0503	0	0.1337	
Accesibilidad a la Población	0.1880	0	0.1990	0	0.4749	0	0.4421	0	0.0852	0	0.1375	
Distancia al verde urbano	0.1382	0	0.1989	0	0.2794	0	0.4788	0	0.1955	0	0.1398	
Accesibilidad al Empleo	0.1033	0	0.1976	0	0.3505	0	0.4409	0	0.0541	0	0.1556	
Distancia a Centros Comerciales	0.1029	0	0.1865	0	0.3076	0	0.4940	0	0.1840	0	0.1556	
Distancia a Rampas	0.0969	0	0.1587	0	0.1991	0	0.3857	0	0.0935	0	0.1507	
Distancia a vías de gran capacidad	0.0830	0	0.1384	0	0.1716	0	0.3298	0	0.0828	0	0.1237	
Distancia a suelo urbano	0.0880	0	0.1022	0	0.1068	0	0.2716	0	0.1656	0	0.0972	
Distancia a Residencial Un.	0.0863	0	0.0939	0	0.1125	0	0.2623	0	0.2069	0	0.0519	
Pendiente	0.0688	0	0.0778	0	0.1006	0	0.2114	0	0.0751	0	0.1015	
Distancia a suelo industrial	0.0876	0	0.0742	0	0.1200	0	0.2569	0	0.1056	0	0.1620	
Distancia a carreteras	0.0437	0	0.0290	0	0.0910	0	0.0247	0	0.0587	0	0.0299	

CRAMER'S V

0 No significativo

0.1

0.3

0.5

0.7

0.9

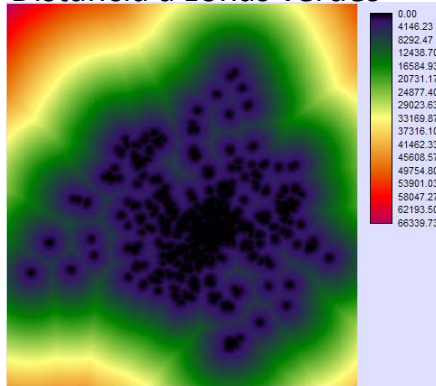
1 Significativo



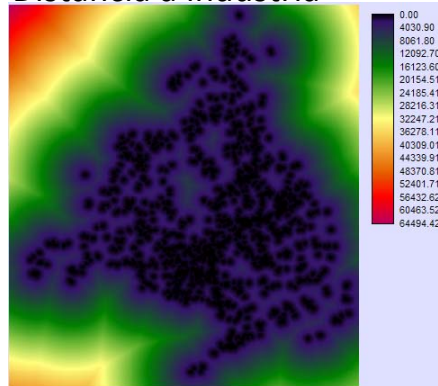
5. Características y descripción del modelo.

Estimación de los potenciales de transición a través de RNAs.

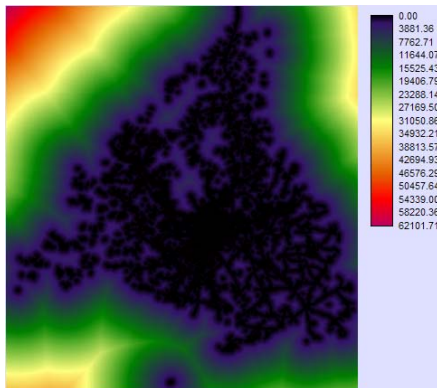
Distancia a zonas verdes



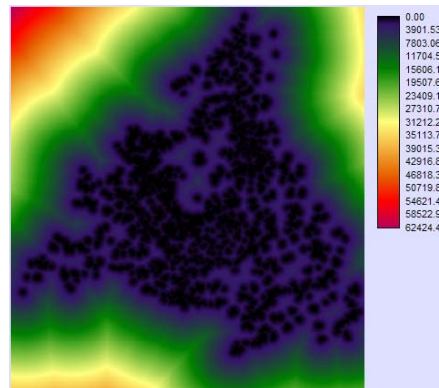
Distancia a industria



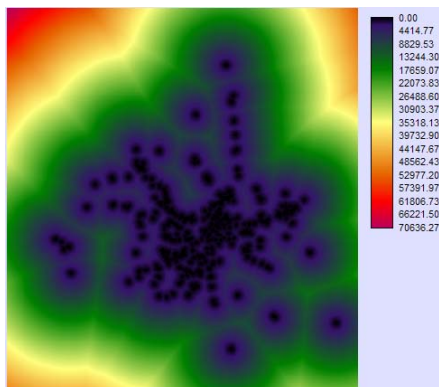
Distancia a suelo urbano



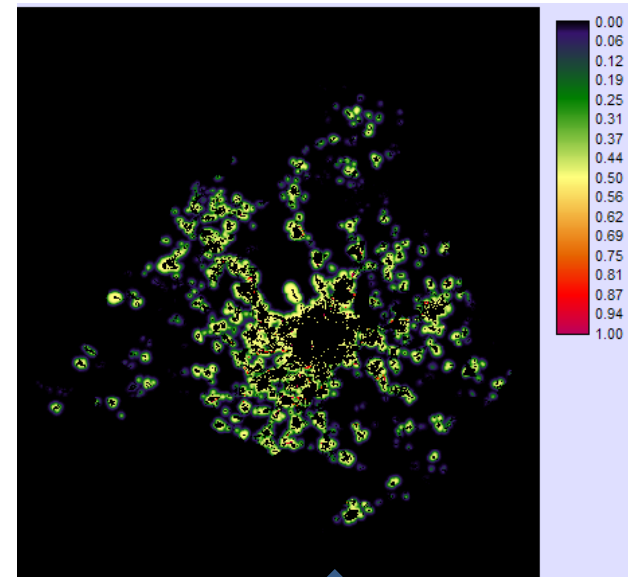
Distancia a unifamiliar



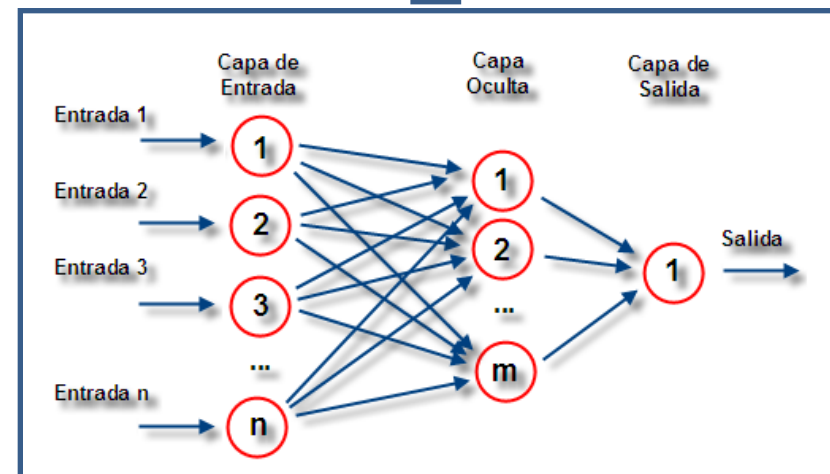
Distancia a terciario



Potencial de transición
para uso terciario



Puntos de
Muestreo



6. Presentación técnica de las dos aplicaciones LTM (Idrisi) y LCM (Pijanowski).

- Características LTM.

- Perceptrón multicapa.
- Test previo de variables.
- Método de asignación avanzado (MOLA).
- El paquete incorpora un método de validación.
- Cuenta con interfaz gráfica.
- Desarrollo de procesamiento visible y gráfico.

- Características LCM.

- Perceptrón multicapa.
- Selección de variables prueba-error.
- Método de asignación por selección.
- Incorpora método de validación.
- No cuenta con interfaz “amigable”.
- Muestra resultados de procesos en archivo log.



7. Resultados generales y comparación de ambas aplicaciones.

Índices Kappa y Kappa simulación

Map: 2009	Kappa	Kappa Sim
LTM	0.966	0.967
LCM (erial)	0.962	0.978
Rar com map 1	0.956	0.952
Rar com map 2	0.956	0.952
Rar com map 3	0.955	0.953

Kappa

$$Kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

Kappa Sim

$$K_{simulation} = \frac{P_o - P_e(Transition)}{1 - P_e(Transition)}$$

P_o Fracción de acuerdo observado.

P_e Fracción de acuerdo esperado.

Índice Fractal (Real Map = 1.4324)

Map: 2009	Fractal Index	Difference
LTM	1.4308	-0.0016
LCM (erial)	1.4304	-0.0020
Rar com map 1	1.4509	0.0185
Rar com map 2	1.4508	0.0184
Rar com map 3	1.4508	0.0184

Índice Fractal

(P3) Fractal Dimension Index	
$FRAC = \frac{2 \ln (.25 p_{ij})}{\ln a_{ij}}$	p_{ij} = perimeter (m) of patch ij. a_{ij} = area (m ²) of patch ij.
<i>Description</i>	FRAC equals 2 times the logarithm of patch perimeter (m) divided by the logarithm of patch area (m ²); the perimeter is adjusted to correct for the raster bias in perimeter.
<i>Units</i>	None
<i>Range</i>	$1 \leq FRAC \leq 2$ A fractal dimension greater than 1 for a 2-dimensional patch indicates a departure from Euclidean geometry (i.e., an increase in shape complexity). FRAC approaches 1 for shapes with very simple perimeters such as squares, and approaches 2 for shapes with highly convoluted, plane-filling perimeters.
<i>Comments</i>	Fractal dimension index is appealing because it reflects shape complexity across a range of spatial scales (patch sizes). Thus, like the shape index (SHAPE), it overcomes one of the major limitations of the straight perimeter-area ratio as a measure of shape complexity.

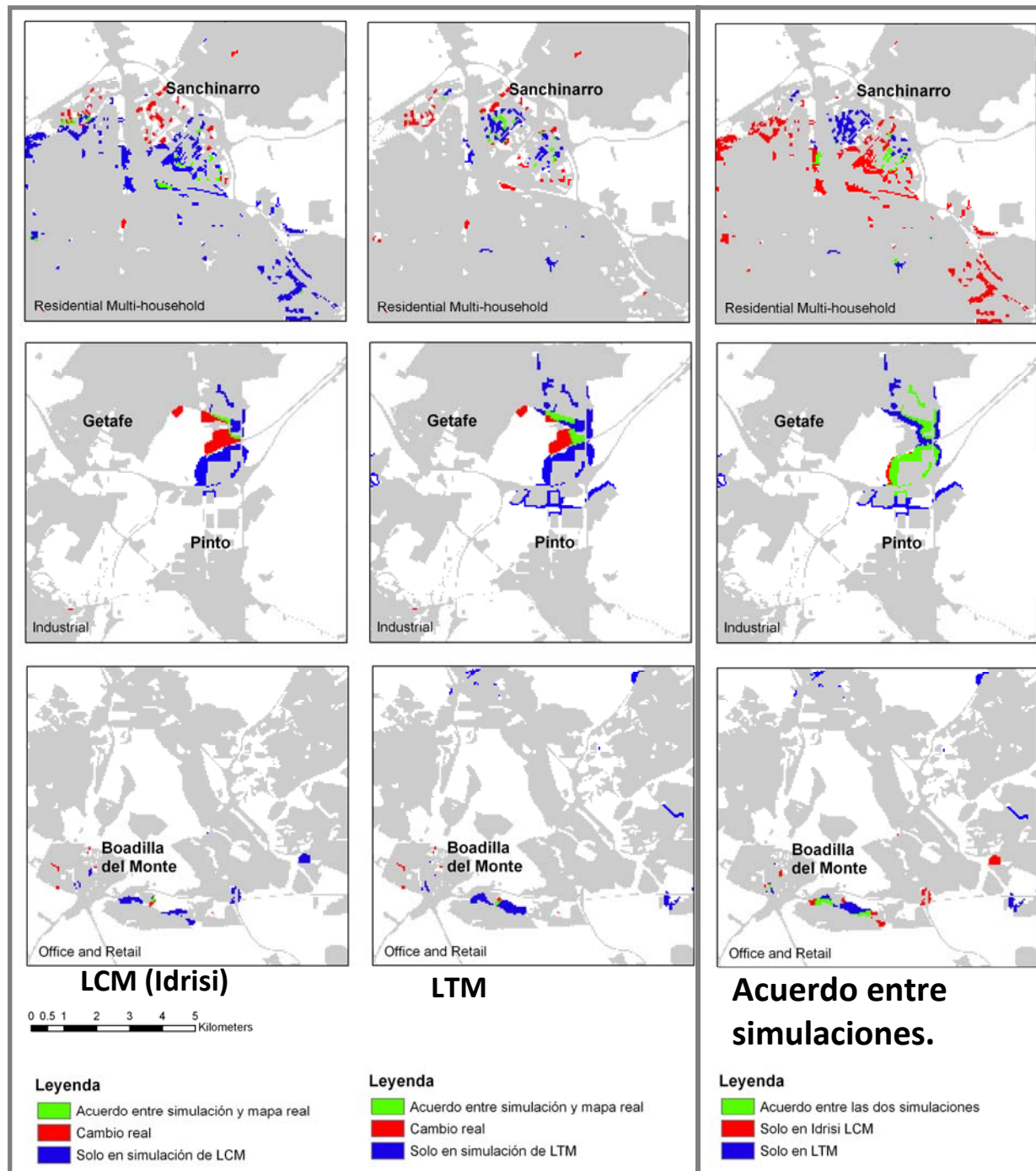


Richard Hewitt
richard.hewitt@uah.es



Jaime Díaz-Pacheco
jdiazpac@ghis.ucm.es

<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats.help.4.pdf>



Acuerdo y desacuerdo entre simulaciones y datos.

-Ambas aplicaciones han producido simulaciones de comportamiento realista.

-LCM (Idrisi) ofrece un gradiente más extenso de valores de transición. LTM no produjo gradiente de valores a partir de un determinado valor.

-Alto valor de acuerdo entre LCM y LTM. Observar suelo industrial en Pinto.

-A pesar de similitudes el grado de diferencia es considerable.

8. CONCLUSIONES.

- A pesar de que la elección de variables se ha realizado previo test, el grado de ajuste obtenido en cuanto a la calidad predictiva del modelo, no ha sido especialmente alto. Pero por otro lado la elección empírica de variables que recomienda LTM podría resultar interminable.
- La existencia de una interfaz gráfica atractiva no garantiza el mejor rendimiento de un software.
- Como se demuestra, la posibilidad de utilizar un mismo algoritmo implementado en dos aplicaciones puede producir resultados más acertados o de mayor utilidad.
- LCM (Idrisi) ofrece la ventaja de ser ya incorporado en un software comercial y es relativamente fácil de usar. Por otro lado falta alguna documentación y el software es comercial.
- LTM es más lento, y requiere un software de GIS para el procesamiento de los resultados. Por el otro lado es de código público y uso libre, así que es muy fácil de conseguir y se podría incorporar como un componente de otro modelo externo.



8. CONCLUSIONES.

- Para ser realmente útil el LTM necesita desarrollarlo más. Es muy primitivo y ni siquiera cuenta con un interfaz gráfica. La falta de una herramienta que permite decidir entre un uso u otro en caso de coincidencia sobre la misma celda es una limitación importante.
- El objetivo de trabajar con RNAs en la dinámica de usos de suelo, no tiene porque ser la búsqueda precisa y de carácter predictivo de localizaciones futuras de determinados cambios de usos de suelo, sino que su potencial es la localización de patrones espaciales y determinación de espacios potencialmente aptos para mutar a un determinado uso.
- Los modelos como RNAs no deben ser excluyentes del uso de modelos geográficos basados en otras técnicas y viceversa, como por ejemplo AC , MBA, MBI, sino que pueden complementarse entre sí, aprovechando sus capacidades.

