

# Contaminación por ruido en centros urbanos

Martínez Julia<sup>1</sup>, Delgado Omar<sup>2</sup>

1 Instituto de Estudios de Régimen  
Seccional del Ecuador (IERSE)/Uni-  
versidad del Azuay  
Cuenca/Azuay/Ecuador  
jumartinez@uazuay.edu.ec

2 Instituto de Estudios de Régimen  
Seccional del Ecuador (IERSE)/Uni-  
versidad del Azuay  
Cuenca/Azuay/Ecuador  
odelgado@uazuay.edu.ec

## RESUMEN

Contar con parámetros de calidad ambiental en la ciudad de Cuenca, ha sido el objetivo de la Universidad del Azuay; es así que desde al año 2009, realiza monitoreos periódicos de las emisiones sonoras, en sitios pre establecidos. Se inició con 30 puntos de monitoreo hasta el año 2015, y para el presente trabajo se incrementó un punto adicional ubicado en el redondel de la Universidad del Azuay, debido a la importancia de contar con información sonora producida por la dinámica de este centro de estudios. Se utilizó un sonómetro para el levantamiento de datos; en cada sitio de monitoreo se levantó información en seis horarios representativos: 7h00, 10h00, 13h00, 15h00, 18h00 y 21h00 en un período de 15 minutos por cada horario. Los datos obtenidos fueron evaluados sobre la base de comparación con la normativa ambiental nacional vigente (Anexo 5 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA - 2015). Para la modelación del ruido y su representación en mapas se utilizaron: el método de interpolación del Inverso de la Distancia IDW y el software Datakustik "Cadna A", que estima las emisiones sonoras sobre la base de parámetros viales (Tráfico promedio diario, ancho de vía, tipo de calzada, etc.). La representación obtenida con el citado software, representa de manera directa el comportamiento del ruido en las vías, constituyendo una representación ajustada a la dinámica de la población. Los resultados reflejan una disminución en las emisiones en el último año, en comparación con años anteriores, sin embargo, las emisiones están sobre las normas ambientales, observando que las campañas de sensibilización son necesarias para mantener en la ciudadanía atenta y comprometida con la disminución de las emisiones.

Palabras clave: **Ruido, evaluación sonora, TULSMA, uso del suelo.**

## ABSTRACT

*Having environmental quality parameters in the city of Cuenca has been the objective of the University of Azuay; it is so that from 2009, it performs periodic monitoring of sound emissions, in pre-established sites. It began with 30 monitoring points until 2015, and for the present work, an additional point located in the roundabout of the University of Azuay due to the importance of having sound information produced by the dynamics of this center of studies. A sound level meter is used for data collection; at each monitoring site, in-*

formation was collected at six representative times: 7:00 a.m., 10:00 a.m., 1:00 p.m., 3:00 p.m., 6:00 p.m. and 9:00 p.m. in a period of 15 minutes for each schedule. The data obtained was evaluated based on comparison with the current national environmental regulations (Annex 5 of the Unified Text of Secondary Legislation of the Ministry of the Environment (TULSMA - 2015 in Spanish). For the modeling of the noise and its representation in maps: the interpolation method of the Inverse Distance IDW and the software Datakustik "Cadna A" was used. Which estimates sound emissions based on road parameters (average daily traffic, track gauge, road type, etc.). The representation obtained with this software, directly represents the behavior of the noise in the tracks, constituting a representation adjusted to the dynamics of the population. The results reflect a decrease in emissions in the last year, compared to previous years; however, emissions are above environmental standards, noting that awareness campaigns are necessary to keep citizens attentive and committed to decreasing the emissions.

**Keywords:** *Noise, sound evaluation, TULSMA, land use.*

## I. INTRODUCCIÓN

El monitoreo de ruido no es una actividad habitual que sea impulsada desde los organismos seccionales del Ecuador, pocas son las ciudades en donde se cuenta con un monitoreo de ruido: Quito, Guayaquil, Cuenca, el cual en muchos casos es inconsistente (BID, 2014) debido a su discontinuidad, en tanto que las restantes ciudades del Ecuador, carecen de datos relacionados con las emisiones de ruido, lo que ha impedido establecer las principales fuentes de emisión, así como el grado de afectación; pese a que en la norma nacional TULSMA (2015) exige la elaboración de mapas de ruido en todas aquellas ciudades que cuenten con una población superior a los 250.000 habitantes.

Esfuerzos permanentes se han emprendido en la ciudad de Cuenca, como son la suscripción de convenios de cooperación interinstitucional (2012, 2014 y 2016), entre la Universidad del Azuay y el Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de Cuenca (GAD), encaminados a monitorear el ruido y así contar con una base de datos que permita conocer el comportamiento sonoro en la ciudad, sus causas y sus consecuencias, a sabiendas que la contaminación sonora trae repercusiones a la salud y bienestar ciudadano.

Una exposición constante y prolongada a niveles excesivos de sonido puede inducir lentamente, en algunos años, a la pérdida auditiva permanente, acumulativa e irreversible (Burneo, C. A. 2007), adicionalmente, genera impedimentos de desempeño como interferencia en la comunicación, cansancio, dificultad para dormir, reducción de las capacidades de atención, motivación, memoria, lectura y solución de tareas cognitivas, entre otras (OMS, 1999).

La contaminación acústica se ha constituido en una problemática creciente que se expresa mayormente en los sistemas urbanos y cuya causa principal recae en el transporte vehicular (FHWA-Federal Highway Administration. 2004).

El cumplimiento de las normas ambientales, las consecuencias en la salud y el bienestar ciudadano hacen que la Universidad del Azuay y el GAD municipal de Cuenca actualicen su base de datos de ruido al 2016, evalúen el comportamiento sonoro, elaboren mapas de ruido y establezcan las tendencias de las emisiones de ruido en la ciudad de Cuenca, así como también establezcan medidas de mitigación ambiental.

## II. MÉTODO

Se validó la ubicación de los 30 puntos de muestreo que fueron considerados en el año 2012 (Martínez J., Delgado O., 2015), se adicionó 1 punto, ubicado en la Universidad del Azuay. Las

mediciones se realizaron con un sonómetro Modelo SOUND QUESTPRO SP-DL- 2-1/3, en seis horarios (7h00, 10h00, 13h00, 15h00, 18h00 y 21h00) (GADMCC, 2007), por períodos de 15 minutos en cada horario, luego se sistematizó la información y se evaluó del comportamiento sonoro en cuatro períodos: 2012, 2014, 2015 y 2016, tomando como base el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente - TULSMA (2015).

Para la generación del mapa de ruido, se empleó la técnica de interpolación determinista y exacta: media ponderada por el inverso de la distancia - IDW; y adicionalmente se trabajó en la modelación del ruido en las vías empleando información de densidad de tráfico a través del programa informático CadnaA.

El método IDW se apoya en el concepto de continuidad espacial, con valores más parecidos para posiciones cercanas que se van diferenciando conforme se incrementa la distancia (García González, J. A., & Cebrián Abellán, F. (2006). El método CadnaA utiliza el software de modelización, cálculo y gestión del ruido ambiental, sobre la base del análisis de factores relacionados con el tráfico.

En el presente trabajo los factores que formaron parte del cálculo fueron:

- Intensidad Media Diaria (IMD) de las vías de la ciudad de Cuenca, actualizado al 2015, proporcionado por el Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de Cuenca.
- Material de la calzada
- Tipo de vía
- Número de carriles
- Ancho de vía
- Velocidad de circulación
- Tipo de flujo de circulación
- Altura absoluta y relativa de las calzadas
- Información sobre los predios y manzanas de la ciudad, la cual sirvió para delimitar el área de cálculo.

Con la información descrita se procede a configurar el software CadnaA y a elaborar el modelamiento del ruido en el área urbana de la ciudad de Cuenca.

## III. RESULTADOS

La evaluación de las emisiones sonoras se presenta en la Tabla 1, su detalle es el siguiente:

Durante el período 2014 se realizan 180 muestreos, el 37,7% de las mediciones presentan un incremento y el 62,3% disminuye. Sobre los parámetros establecidos en el TULSMA (2015) están el 100% de las mediciones.

**TABLA I**  
Comparación de emisiones sonoras (2012 - 2014 - 2015 - 2016)

N°	Punto Medido (sector)	Año 2016 (Lavg)						Año 2015 (Lavg)						Año 2014 (Lavg)						Año 2012 (Lavg)					
		7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00	7h00	10h00	13h00	15h00	18h00	21h00
R_01	Estadio	65,7	67,2	64,0	65,0	60,8	63,6	70,3	75,5	72,8	71,8	72,6	66,9	70,4	69,6	68,1	69,8	68,4	66,6	72,5	73,2	73,2	72,6	72,7	67,2
R_02	Garapal	70,8	70,2	73,5	69,9	77,7	66,0	77,6	77,7	73	72,5	74,2	68,5	72,7	75,6	73,6	72,9	72,9	69	72,7	71,5	71,1	71,5	73	67,9
R_03	Aeropuerto Mariscal	57,1	60,1	61,9	65,2	69,1	60,1	69,3	66,9	68,2	65,1	65,8	62,3	70,8	69,2	73,9	69,2	70,7	68,1	69	71,7	74,1	70,5	74,5	69,6
R_04	Tres Puentes	79,4	66,4	62,7	64,6	64,2	65,2	71,4	70,8	72	72	71,3	68,4	67,9	68	66,8	67,5	67,6	64,3	74,3	74,8	76,5	76,3	68	70,7
R_05	Romiglo Crespo	69,4	69,5	70,2	70,9	69,5	62,8	24,4	73,5	73,6	72,8	73,8	72,9	72,8	73,1	73,5	72,2	70,7	72,9	71,9	72,2	72,4	72,3	76	70,6
R_06	Hospital Regional	67,4	66,2	65,8	69,0	66,3	66,1	74,3	73,7	71,2	70,7	72	66,3	69,8	65,3	67,9	64,9	65,2	63,7	66	66,8	66,5	67,4	73,2	64,2
R_07	Challuabamba	71,7	70,0	71,0	71,2	71,0	71,1	70,4	74,8	74,9	73,9	77	72,9	72,6	72,8	71,1	71	72,6	72,4	77,4	72,6	75,3	75,1	72,9	70,6
R_08	Lagunas de oxigenación	68,8	68,1	67,6	62,6	68,4	65,7	74,8	71,3	70,9	69,4	70,3	68	64,3	65,1	65,1	66,2	66,6	57	80,7	77,1	76,2	76,8	76,2	74,9
R_09	Monumento a la Familia	68,4	69,4	72,5	70,1	67,3	63,1	72,8	71,8	72,3	72,9	72,1	69,8	62,3	63,6	63,6	65,5	64,2	61,2	72,5	75,3	71	70,2	72,3	60,3
R_10	Parque Industrial	70,3	70,9	70,0	69,1	73,9	68,1	75,8	73,7	73,5	73,3	74,6	70,8	75,6	70,5	76	73	72,6	71,3	73,4	75,5	73,2	77	72,9	71,7
R_11	Camal	66,8	63,0	68,0	65,7	64,3	61,1	71,3	70,2	70,6	70,4	70,4	66,9	70,3	66,7	67,4	69,8	67,4	63,3	53,3	56,7	69,9	67,1	61,8	67,8
R_12	Camino a Ochoa León	60,1	53,9	61,3	65,2	70,9	47,9	67	76,5	62,2	67,1	63,1	56,2	65,2	62,8	69	62,2	63,3	63,5	36,6	55,6	45,9	57,1	46,8	43,7
R_13	La Libertad	56,7	65,6	62,9	70,8	64,1	60,5	64,6	60,9	59,8	63,7	64,3	56,5	53,8	59,9	61,7	56,7	58,4	55,3	65,4	48,7	52	55,7	52,3	48
R_14	Los Cerezos Alto	65,4	63,4	65,5	61,5	63,3	62,3	69,3	68	71,9	72,2	69,6	69,1	68,6	66,7	70,5	70	67,9	62,4	70,2	62,3	70,8	76,3	72,5	64
R_15	Camino al Tejar	63,6	61,5	61,0	61,6	68,4	55,7	73	75,3	74,8	71,6	72,9	71,7	68	66,4	68	68,4	66,9	65,8	70,5	74,3	70,2	73,1	70,2	64,3
R_16	Via a Siminay (Miraflores)	66,3	62,9	67,5	56,8	66,5	62,6	68,8	65,6	67,1	68	72,1	62,8	70,6	68,2	68,7	67,6	68,8	68,2	74,1	68,8	62,9	63,6	65,6	67,4
R_17	El Cebollar	70,9	67,0	67,0	66,9	66,9	66,9	73,9	74,9	73,5	73,5	72,7	70,4	70,5	66,5	71	69	66,8	68,7	69,1	72,2	76,2	72,5	73,6	55,5
R_18	Hospital del IESS	72,5	68,2	72,2	70,2	64,0	69,2	77,7	75,2	73,9	76,5	77	73,4	70,5	70,6	67,2	71,5	68,9	66,8	74	71,9	77,9	72,7	72,2	74,8
R_19	Redondel Paseo de los Cañaris	68,5	68,4	68,8	67,7	67,8	65,2	75,5	73,3	73,7	72,9	76,4	72,1	69,6	67,8	70,6	70,1	69,8	67,1	74,3	73,9	74,6	73,5	76,3	74,7
R_20	Redondel del Otorgano	73,8	71,5	74,6	71,6	69,9	67,5	74,5	73,7	74,6	73,9	74,7	70,6	74,7	73,8	74	74,4	79,4	68,1	78,2	75,2	75,3	73,1	77,3	77,3
R_21	Feria Libre	66,3	72,7	73,4	69,8	67,8	64,5	74,4	75	74,5	75,4	73,5	72,9	62,4	63,2	61,3	62,6	63,5	64,5	74,6	73,1	72,3	72,9	71,4	71,4
R_22	Isabel La Católica	56,7	51,9	57,2	55,8	69,7	48,4	62,8	59,5	61,5	65,7	66,1	56,4	64,2	60	61,4	60,9	60	58,3	63,9	60,2	60,8	60,6	59,7	59,2
R_23	Av. de las Américas y Don Bosco	70,1	69,4	71,6	67,8	63,9	65,5	75	73,9	72,9	73,8	74,2	71,1	74,6	74,8	72,1	72,1	73,5	71,5	74,6	76,9	74,3	78	77,2	74,2
R_24	Control Sur	73,0	69,5	65,5	69,1	69,4	68,6	75,3	75,4	74,9	74,4	83,4	73	72,2	74	71,6	76,6	74,5	70,1	77	74,6	76,9	76,1	78,7	73,9
R_25	Gran Colombia	69,5	66,5	71,5	66,6	68,7	62,9	73,6	74,5	72,4	78,7	72,5	71,4	73,5	72,2	72,1	71	74,5	69,8	74,1	69,8	72,2	68,4	66,3	65,6
R_26	Cristo Rey	70,2	68,7	74,3	67,8	70,0	67,3	73,9	75,1	73,7	72,7	72,1	71,5	70,5	71,2	69,7	68,4	72,6	67,4	67,3	67,4	61	65,3	56,5	56,5
R_27	Chola Cuenca	66,3	66,2	66,9	75,9	66,3	66,7	72,8	72,3	73,8	73,2	76,8	70,4	66,8	67,3	67,6	68,8	68,5	69	73	76,5	74	74,3	71,4	67,6
R_28	Via Bonos	57,5	48,7	71,0	61,5	69,9	60,6	62,7	77,5	54,7	59,9	52,6	56,6	54,5	55	57	62,2	53,3	49,2	63,8	61	57,6	65,9	55,9	48,1
R_29	Bajada Centenario	71,9	70,4	73,4	75,7	70,9	65,6	76	74,8	75	73,9	75,1	70	76,2	73,1	75,5	74,6	74,4	71,2	75,2	74,2	74,4	73,5	74,3	66,1
R_30	Totoracocho	59,2	65,7	64,3	58,3	62,3	62,1	68,8	68,3	70,2	67	68,3	66,1	66,1	65,7	65,6	64,8	70,3	63,9	65,6	65,6	64,1	67,9	66,8	64

En el período 2014 - 2015, se incrementa la emisión sonora en el 77,8 de las mediciones, y el 100% de las mismas están sobre los parámetros del TULSMA (2015).

En el período 2015 - 2016, se produce una disminución de las emisiones en el 88,33 % de los puntos muestreados, y el 97% de los muestreos están sobre los parámetros del TULSMA (2015).

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA**

Se elaboró un mapa de ruido de la ciudad por cada horario de muestreo, a continuación se presenta el mapa en el horario de mayor presencia de emisiones (10h00):

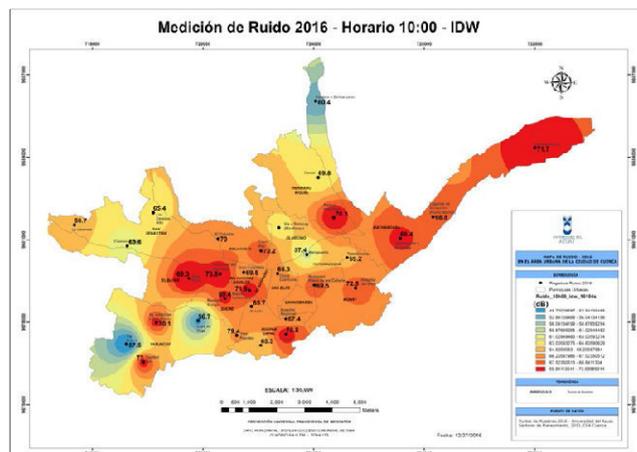


Figura. 1. Mapa de ruido de la ciudad de Cuenca (10h00) método IDW

Las zonas marcadas de color rojo presentan emisiones sonoras de hasta 72 dB y disminuyen en otras zonas hasta 48 dB, marcadas de color azul. Según la OMS, los valores corresponden a emisiones derivadas de la circulación vehicular.

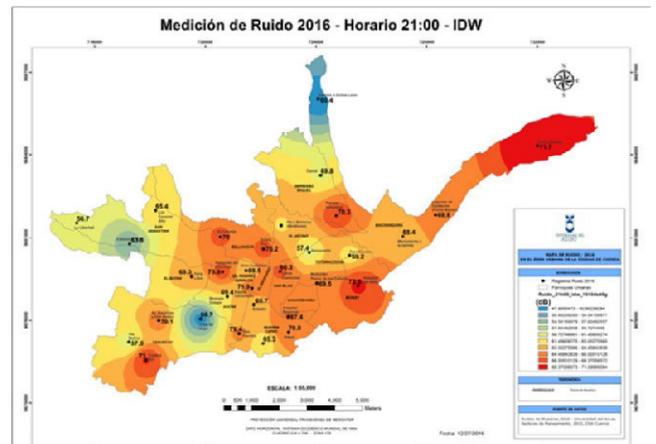


Figura N° 2.- Mapa de ruido de la ciudad de Cuenca (21h00) método IDW

Con una escala de valoración que va desde los 72 dB a los 48 dB, las zonas en donde se manifiestan las más altas emisiones son: Challuabamba, Hospital del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y el sector del Control sur.

Para la generación del mapa de ruido con el Cadna A, se utilizó los datos de tráfico y características viales correspondientes al año 2015, y obtuvo una representación para el día y otra para la noche. Los rangos de emisiones están entre 0 dB y 85dB, que corresponden a lo establecido por la OMS, ver Figuras 3 y 4.

Las emisiones sonoras en la ciudad se concentran en las vías y disminuye al centro de los manzanos.

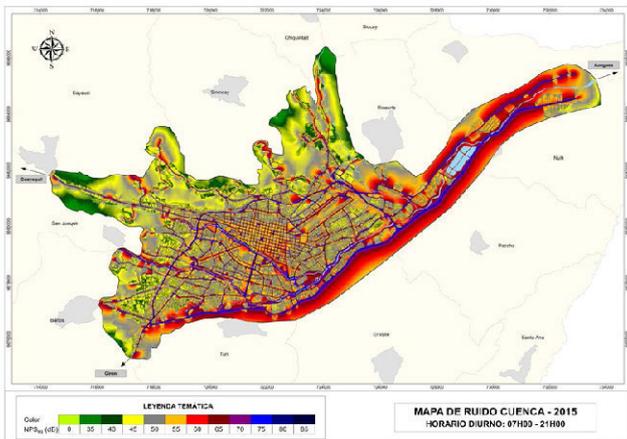


Figura N° 3.- Mapa de ruido de la ciudad de Cuenca - Método Cadna A - día

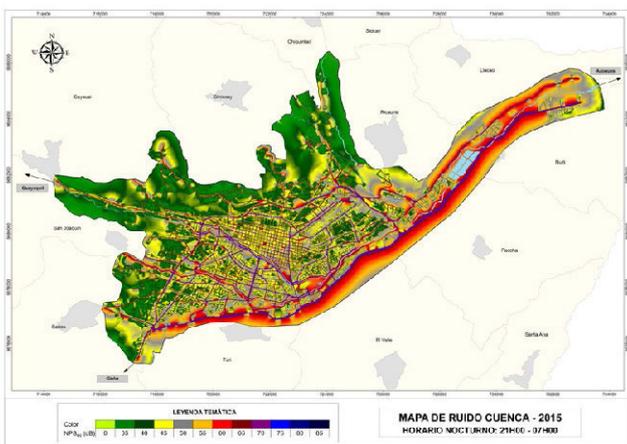


Figura N° 4.- Mapa de ruido de la ciudad de Cuenca - Método CadnaA - noche

#### IV. CONCLUSIONES

Durante el año 2016 las emisiones sonoras han disminuido con relación al año 2015 (Martínez J., Delgado O. 2015). en el 88,33% de los puntos de muestreo.

Si bien las emisiones disminuyen, sin embargo, están sobre el TULSMA - 2015: Zona de equipamientos sociales (EQ1) el 97%, residencial (R1) el 97%, comercial 98% y en la industrial el 22%.

Para la generación de los mapas de ruido se utilizó el método de interpolación IDW que toma en cuenta los 31 sitios de muestreo en diferentes horarios y el programa informático Cadna A, que representa las emisiones de ruido en la red vial, lo que se evidencia es que la representación de las emisiones con el software Cadna A, se asemejan más a la realidad, porque las mayores emisiones se presentan en las vías, y en el interior de los manzanos disminuye, en virtud de que las infraestructura construida, sirve como pantalla antiruido.

El valor de las emisiones que se obtuvo está en el orden de los 70 dB, el cual está dentro de lo recomendado por la OMS para ruido por tráfico vehicular.

Las emisiones del día son mayores a los de la noche, lo que refleja la dependencia del ruido al movimiento vehicular, el cual disminuye en la noche, lo que se refleja en las figuras 3 y 4.

#### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realiza con la cooperación del equipo técnico de la Comisión de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuenca y el equipo técnico del Instituto de Estudios del Régimen Seccional del Ecuador.

#### REFERENCIAS

BID. (2014) Cuenca ciudad sostenible. Quito: Banco Interamericano de Desarrollo & Gobierno Autónomo Municipal de Cuenca.

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, Anexo 5, TULSMA, (2015). En Acuerdo Ministerial 097A.

Burneo, C. A. (2007). Contaminación ambiental por ruido y estrés en el Ecuador Quito: Universidad Central del Ecuador.

FHWA -Federal Highway Administration. 2004. Traffic Noise Model. Version 2.5 Look-up Tables. User's Guide. U.S. Department of Transportation, FHWA-HEP-05-008. Final Report

Martínez J., Delgado O. (2015). Monitoreo de ruido ambiente en la ciudad de Cuenca, muestreo 2009 - 2014. Ruido 2014.

Martínez J., Delgado O. (2015). Registro de ruido ambiente 2015, en los 30 sitios de monitoreo de la ciudad de Cuenca.

GADMCC (2007). Estudio de actualización operacional del sistema integrado de transporte de Cuenca. Cuenca: GAD Municipal de Cuenca.

García González, J. A., & Cebrián Abellán, F. (2006). La interpolación como método de representación cartográfica para la distribución de la población: aplicación a la provincia de Albacete. En M. T. Camacho, J. A. Cañete & J. J. Lara Valle (Eds.), El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas (pp. 165-178). Granada: Editorial Universidad de Granada. Recuperado de [http://www.age-geografia.es/tig/docs/XII\\_1/012%20-%20Garcia%20y%20Cebrian.pdf](http://www.age-geografia.es/tig/docs/XII_1/012%20-%20Garcia%20y%20Cebrian.pdf)