

INTEGRACIÓN DE PARÁMETROS SOCIOECONÓMICOS EN ESTUDIOS ESPACIALES DE RIESGO SANITARIO MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS MULTICRITERIO

Fabio Peluso, Eduardo Usunoff, Ilda Entraigas
Instituto de Hidrología de Llanuras
C.C. 44 (7300) Azul, Argentina
fpeluso@faa.unicen.edu.ar

RESUMEN

Los análisis de riesgo sanitario tradicionales son criticados por tener una visión fragmentada de la relación entre una fuente de peligro y el organismo expuesto, al ser espacialmente puntuales, unipersonales y monosustancia, y por no considerar otras influencias sobre la exposición, por ejemplo, modelando la tasa de ingesta. Al existir un interés creciente por modelos que integren el riesgo y los SIG, se utiliza esa plataforma para superar esas críticas en estudios sobre contaminantes en agua de bebida. Así se cartografían niveles de riesgo por polígono, complementados por un índice integrador formado por parámetros socioeconómicos que modelan la tasa de ingesta usando técnicas multicriterio. Se estima que es un aporte superador, caracterizando el riesgo de un modo más comprensivo, sistematizable y objetivo.

Palabras clave: Riesgo sanitario, SIG, técnicas multicriterio

ABSTRACT

Traditional approaches for assessing sanitary risk have been criticized because they offer a fragmented vision of the relationship between a risk source and the target (point resolution, individual, and mono-substance) and for not taking into account other influences on the exposure, such as the consumption rate. GIS and risk assessment models, however, can be integrated in a way that addresses such shortcomings. Levels of risk can be mapped into polygons, and related to an integrating index -made up of socio-economic parameters- that model the consumption rate using multi-criteria techniques. It is deemed that the results are quite relevant in that the risk is characterized in more comprehensive, systematic and objective manner.

Keywords: Health risk, GIS, multicriteria techniques

Peluso, F., Usunoff, E., Entraigas, I. (2003): "Integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio", GeoFocus (Artículos), n° 3, p. 186-198. ISSN: 1578-5157

1. Introducción

El modelo básico de análisis de riesgo ambiental es el del National Research Council plasmado en la obra **Science and Judgement in Risk Assessment** (NRC, 1994), el cual se complementa con el de la Environmental Protection Agency (1996), con estimaciones de riesgo espacialmente puntuales, unipersonales y monosustancia. Sin embargo, es blanco de críticas por generar una visión altamente fragmentada del riesgo al que se expone una población por ignorar la interdependencia de los componentes ambientales, establecer una metodología muy poco comprehensiva para la estimación del nivel de la exposición e investigar el riesgo asociado a una única sustancia química por vez cuando debería hacerlo sobre las mezclas generadas en el medio ambiente, (CRARM, 1997). Si bien existen obras posteriores que analizan la cuestión de las mezclas de sustancias (USEPA, 1999), las evaluaciones permanecen sujetas a las críticas antes planteadas.

Al existir un interés creciente por el desarrollo de modelos que se integren a un SIG como mecanismo de evaluación del riesgo ambiental (Hay Wilson, 2000), se ha planteado la posibilidad de utilizar esa plataforma para superar esas críticas, al menos en modelos de análisis de riesgo sanitario por contaminantes en agua subterránea (Peluso y otros, 2003).

Un inconveniente en este tipo de estudios es obtener una tasa de ingesta realista espacialmente distribuida para caracterizar la "dosis" absorbida. Una posibilidad es adoptarla con valores por defecto, por ejemplo, 2 litros/día para un adulto (USEPA, 1997) homogéneo para toda el área tal como se realiza en Peluso y otros (2003). Considerando que existen ciertos parámetros socioeconómicos que pueden "modelar" la tasa de ingesta, por ejemplo, un mayor ingreso permite la compra de agua embotellada, se presenta un desarrollo metodológico que integra el SIG y las herramientas multicriterio (Carver, 1991; Romero, 1993) para cartografiar, si bien no la tasa de ingesta real, áreas diferenciales en cuanto a parámetros socioeconómicos que podrían influirla. Con esto se completa una herramienta de gestión con base en la distribución areal del riesgo sanitario por contaminantes en agua de bebida aplicado a una ciudad de tamaño medio, en este caso, la ciudad de Azul (55.000 habitantes), provincia de Buenos Aires, Argentina.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar la metodología para la generación de un parámetro complejo integrado por una serie de variables socioeconómicas y aplicarla como complemento de un análisis de riesgo espacial por contaminantes en el agua de bebida en la ciudad de Azul dentro de un entorno SIG a los fines de verificar el aporte conjunto para la gestión de los recursos hídricos.

2. Materiales y métodos

La información socioeconómica se maneja, básicamente, mediante la operatoria de los análisis multicriterio (AMC) con el fin de elaborar un valor numérico integrador por unidad espacial o polígono que resuma el aporte potencial de la misma a la tasa de ingesta. En este estudio cada polígono representa una subdivisión catastral (manzana, chacras y quintas) del ejido urbano de la ciudad de Azul, Argentina, totalizando 1100 para toda el área de estudio.

La información socioeconómica está provista por diferentes variables que pertenecen a tres áreas básicas: infraestructura, educación y salud. Las mismas son:

Infraestructura:

Infraestructura de la vivienda
Tenencia de servicios (agua corriente)
Valor de la tierra

Educación:

Nivel educativo
Conocimiento del problema

Salud:

Población de riesgo
Hacinamiento

Las variables se plantean sobre la base de un sistema de criterios binario (cumple – no cumple, ó 0 - 1), de manera tal que si se cumple el criterio no aportaría a la exposición y si no se cumple el criterio, sí aportaría. El aporte se cuantifica como una función de “población equivalente” para cada unidad del espacio, es decir, se asume el valor poblacional del polígono, considerando esta operatoria como un modo de “normalización” de la información.

A continuación se presenta una descripción detallada de los criterios con sus niveles de exclusión, discriminados por áreas:

Área Infraestructura

Criterios:

Infraestructura de la Vivienda (InfraA): estimada a partir del nivel de calidad de la vivienda. El nivel de exclusión se plantea a partir de la caracterización de la “Calidad de la Vivienda”; este criterio está basado en la caracterización en Casa de tipo A y de tipo B según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Argentina para el Censo de Población, Viviendas y Hogares del año 1991 (INDEC, 1998). Las viviendas de Tipo B se cuantifican como CalV = 1 (es decir, aportarían a la exposición), mientras que las de Tipo A como CalV = 0 (no aportarían). Luego se calcula la “población equivalente” multiplicando el criterio por la cantidad de población del polígono.

Entonces

$$\text{InfraA} = \text{CalV} * \text{CantP} \quad (1)$$

Donde

CalV = Nivel de Exclusión para el criterio InfraA sobre la base de las viviendas encuestadas

CantP = Cantidad de Población de la manzana

Tenencia de Servicios de Agua Corriente (AgCorrA): su nivel de exclusión establecería la diferenciación para este criterio entre unidades areales servidas o no servidas. La unidades

Peluso, F., Usunoff, E., Entraigas, I. (2003): "Integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio", GeoFocus (Artículos), n° 3, p. 186-198. ISSN: 1578-5157

“servidas” son aquellas que cuentan con el servicio en por lo menos dos caras de la manzana, mientras que las no servidas son las que tienen una sola cara o ninguna. Los polígonos no servidos se cuantifican como $ServAgC = 1$, mientras que los servidos, como $ServAgC = 0$.

$$AgCorrA = ServAgC * CantP \quad (2)$$

$ServAgC$ = Nivel de Exclusión para el criterio $AgCorrA$ sobre la base de las viviendas relevadas

Valor de la Tierra (ValTA): su nivel de exclusión se encontraría en el primer cuartil de la relación valor promedio del metro cuadrado del lote promedio de cada polígono. Para cada polígono se calculó un valor del lote promedio y una superficie de lote promedio de modo tal que por división se estimó un valor por unidad de superficie ($ValT$) para cada polígono. Luego se estimó el primer cuartil para toda la distribución de proporciones tomándolo como límite del criterio, de forma tal que:

$$ValT > \text{Primer cuartil relación valor/superficie} \Rightarrow ValTC = 0$$

$$ValT < \text{Primer cuartil relación valor/superficie} \Rightarrow ValTC = 1$$

Luego,

$$ValTA = ValTC * CantP \quad (3)$$

$ValTC$ = Nivel de Exclusión para el criterio $ValT$ sobre la base del catastro urbano de la ciudad

Área Educación:

Criterios:

Educación del Jefe de Hogar (EducA): se diferenciaron dos rangos en cuanto al nivel educativo ($NeduV$) a partir del máximo título educativo alcanzado: alto (comprendiendo a por lo menos nivel primario completo) y bajo (aquellos niveles inferiores al primario completo e incluso sin educación formal). El nivel de exclusión planteado permite valorizar los rangos en $NeduV = 1$ para el nivel educativo bajo y $NeduV = 0$ para el alto.

$$EducA = NeduV * CantP \quad (4)$$

$NeduV$ = Nivel de Exclusión para el criterio $EducA$ según las viviendas encuestadas

Conciencia de la Exposición (ConA): estimada a partir del grado de conciencia sobre la problemática de degradación del medio subterráneo (ya sea como fuentes o estados) que manifiestan los que viven en la manzana. Se consideraron dos tipos de respuestas: “falta de conciencia”, o $Con = 1$ para los casos de las personas consultadas que manifestaron desconocer la existencia de problemáticas de degradación del recurso hídrico subterráneo, mientras que se asignó un valor de cero a los que sí manifestaron conocer algún aspecto de la problemática.

$$ConA = Con * CantP \quad (5)$$

Con = Nivel de Exclusión para el criterio $ConA$ según las viviendas encuestadas

Área Salud

Criterios:

Hacinamiento en la Vivienda (HaciA): Se estimó a partir de distintos datos obtenidos de una encuesta (ver más adelante) del siguiente modo: en primer lugar se obtuvo la cantidad de personas por cuarto de la vivienda relevada. Se determinó como parámetro 3 personas por cuarto como piso para la peor situación, la que asumiría un valor de $HaciV = 1$ como nivel de exclusión. Si no llega a 3 el valor de personas por cuarto, el valor de $HaciV = 0$.

$$HaciA = HaciV * CantP \quad (6)$$

$HaciV$ = Nivel de Exclusión para el criterio HaciA según las viviendas encuestadas

Población de Riesgo (PoRieA): Hace referencia a la cantidad de personas pertenecientes a grupos de riesgo (cantidad de personas de entre 0 a 12 años y cantidad de personas con más de 65 años, cantidad de personas con patologías) frente a problemas sanitarios devenidos de aguas contaminadas. El nivel de exclusión se estableció considerando el primer cuartil de la distribución de valores de población de riesgo para todo el lote de unidades areales de tal modo que $PoRieV = 1$ si el valor de población de riesgo excede el primer cuartil para todas las unidades areales y 0 si no lo excede.

$$PoRieA = PoRieV * CantP \quad (7)$$

$PoRieV$ = Nivel de Exclusión para el criterio Población de riesgo en función de las viviendas encuestadas

En la [tabla 1](#) se presenta, de manera resumida, el listado de todos los criterios, su nivel de exclusión y método de cuantificación.

La integración de todos los criterios (Sistema Integrado de Criterios o SIC) se realiza por la suma ponderada (Keeney y Raiffa, 1976), - ver Ecuación 8 - y su resultado, como se expresara anteriormente, representa un valor de población equivalente. El método adoptado para la ponderación de los criterios es a partir del uso de los Índices de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (Goncalves Gomes y Pereira Estellita Lins, 2002). Este procedimiento consiste en calcular la diferencia porcentual del IDH correspondiente entre la ciudad de Azul y el sitio con IDH más alto para la provincia de Buenos Aires (ciudad de Vicente López), según el último IDH disponible, y que corresponde al del año 1996. Esa diferencia en cada uno de las áreas del IDH (Ingreso, Educación y Salud) representan el peso para el conjunto de criterios participantes de las áreas Infraestructura, Educación y Salud del presente estudio (P_{inf} , P_{educ} y P_{sal} , respectivamente). Para establecer el valor final del peso por criterio se divide el valor de la diferencia porcentual del ítem por el número de criterios participantes, de modo que la suma total de pesos para todo el lote de criterios represente la unidad. Así,

$$SIC = (InfraA * P_{inf\%}/3) + (AgcorrA * P_{inf\%}/3) + (ValtA * P_{inf\%}/3) + (EducA * P_{educ\%}/2) + (ConA * P_{educ\%}/2) + (Hacia * P_{sal\%}/2) + (PorieA * P_{sal\%}/2) \quad (8)$$

Peluso, F., Usunoff, E., Entraigas, I. (2003): "Integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio", GeoFocus (Artículos), n° 3, p. 186-198. ISSN: 1578-5157

La información socioeconómica fue relevada por una encuesta de tipo descriptiva, de corte transversal único (Lininger y Warwick, 1978) cuya unidad muestral fue la manzana catastral. Las poblaciones objetivo fueron las familias integrantes de las unidades habitacionales seleccionadas. La tarea de encuestamiento se realizó sobre toda la planta urbana, y el esfuerzo de encuestamiento fue de dos a tres encuestas por manzana, seleccionadas de modo aleatorio simple (Lininger y Warwick, 1978), asumiendo que la información promedio de las mismas es representativa del conjunto de la población objetivo para la manzana. Este muestreo representa, en promedio, el relevamiento del 33,15 % de las viviendas por manzana; aunque, debido a la variabilidad de este porcentaje, esta cantidad representa, en el 22 % de los casos, el 50 o más por ciento del universo de casas por unidad areal.

El método de encuestamiento fue por entrevista personal domiciliaria basada en un cuestionario que consistió en una serie de preguntas cerradas (selección de opciones si-no, conteo de eventos, etc.) y otras abiertas (asignación de importancia de eventos, por ejemplo). Completó este relevamiento un censo en la manzana relevando información de interés ambiental por conteo simple.

El paquete SIG utilizado para la representación cartográfica de la información fue el ArcView GIS 3.1 (ESRI, 1998). El entorno SIG permite mapear no sólo el valor de SIC para cada polígono sino también cada una de las variables integrantes del mismo. Además, integrar los mapas de riesgo, ya que al compartir el mismo mapa base, el programa puede anexar su archivo relacional. El mapa de riesgo corresponde al de niños expuestos a fluoruros en agua de bebida generado según Peluso y otros (2003). Por otro lado, también permite establecer "patrones de búsqueda" de información a representar a medida del usuario, en este caso, pautas de interés para la gestión. Algunos ejemplos de ellos se presentan en las figuras [4](#), [5](#) y [6](#) que aparecen en los resultados.

3. Resultados

El cálculo de los pesos a utilizar por los criterios se aprecia en la [tabla 2](#), la que los muestra según el apartado del IDH (Ingreso, Educación y Salud).

La [figura 1](#) presenta el mapa donde se cartografía el número de criterios que exceden su nivel de exclusión. Se puede ver en ella que el rango 1-2 criterios representa el mayor porcentaje de polígonos (corresponde al 56 % del total de polígonos), seguido por el 3-4 (31 %). En cuanto a la distribución de los mismos, no pareciera vislumbrarse una regionalización, sobre todo en estos rangos mayoritarios; sí podría afirmarse que el rango menor está principalmente distribuido hacia el centro de la planta urbana mientras que el mayor, hacia la periferia.

La [figura 2](#) muestra la cantidad de población equivalente sujeta al SIC, normalizada por la cantidad de población de la manzana. De ella puede interpretarse que las mayores densidades poblacionales se encuentran hacia el centro de la planta urbana, existiendo en la periferia amplias zonas de muy baja densidad.

Peluso, F., Usunoff, E., Entraigas, I. (2003): "Integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio", GeoFocus (Artículos), n° 3, p. 186-198. ISSN: 1578-5157

La [figura 3](#) presenta un mapa de riesgo por fluoruro en agua de bebida para niños expuestos donde se colorean los polígonos cuyos valores de riesgo exceden 2.45, lo que ocurre en casi la totalidad de la planta urbana. Para incrementar la discriminación espacial de la información, la [figura 4](#) cartografía los polígonos que exceden el valor de riesgo 2.45 y que, por ejemplo, poseen más de 3 criterios excediendo su nivel de exclusión.

Acrecentando aún más la distribución espacial de la información, la [figura 5](#) selecciona los polígonos con un nivel de riesgo mayor a 2.45 y criterios Educación del Jefe de Hogar, Conciencia de la Exposición y Población de Riesgo excediendo su nivel de exclusión, mientras que la [figura 6](#) muestra los polígonos con un nivel de riesgo mayor a 2.45 y criterios Tenencia de Servicios de Agua Corriente, Valor de la Tierra e Infraestructura de la Vivienda excediendo su nivel de exclusión.

4. Análisis y conclusiones

El análisis multicriterio, técnica propia del ámbito de la toma de decisiones, es una herramienta de base matemática que puede integrarse a un SIG (Jankowski, 1995) para elegir, sobre la base de criterios, entre opciones caracterizadas por distintos atributos, para determinar cuál es la óptima según los pesos de cada uno de ellos (Carver, 1991, Romero, 1993). Los criterios adoptados se seleccionaron en función de su participación modelando indirectamente la tasa de ingesta y de su factibilidad de relevamiento de cara a las posibilidades de los municipios locales.

Las figuras muestran que un análisis espacial de riesgo en un entorno SIG ([figura 3](#)) puede ser potenciado con una sistematización de información socioeconómica (figuras [1](#) y [2](#)). En este caso, como ejemplo, se intenta relevar cuáles son los polígonos que, para un determinado nivel de riesgo, poseen un cierto número de criterios excediendo su nivel de exclusión ([figura 4](#)), es decir, aportando potencialmente a la exposición. Las figuras [5](#) y [6](#) muestran que ese aporte está más relacionado con ciertas variables que con otras, lo cual redundaría en un estudio más específico sobre la relación del riesgo con las mismas, ya que podrían poner en evidencia puntos de ataque para su reducción. Esta diferenciación de dos situaciones por las variables socioeconómicas es interesante a la hora de decidir políticas de gestión de los recursos hídricos más específicas, como podrían ser la extensión de servicios, o la capacitación de la gente, por citar dos ejemplos.

El trabajo asume la existencia de un relación indirecta cualitativa entre ciertos factores socioeconómicos y la dosis de exposición. A pesar de esa no cuantificación, es una aproximación al valor de exposición real. Estudios de mayor profundidad podrían aportar estimando ese valor de correlación, lo que redundaría en una clara disminución del nivel de incertidumbre.

Esta aplicación es un paso hacia la sistematización de la información buscando que los elementos que aportan a la caracterización del riesgo sean lo más objetivos, evidentes y transparentes posibles para el sistema de gestión. Con esto se intenta hacer un aporte superior a las críticas sobre los sistemas tradicionales de evaluación de riesgo y también en pos de las necesidades de hacer frente a políticas de descentralización (Tomassi, 1993, Usunoff y Peluso, 1998) o de una gestión integrada de los recursos hídricos (IDB, 1999, Usunoff y otros, 2000). Una ventaja que ofrece este sistema es que es muy versátil; puede ser actualizado al reencuestar, ampliado al

Peluso, F., Usunoff, E., Entraigas, I. (2003): "Integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 186-198. ISSN: 1578-5157

introducir un mayor número de variables, y es sencillo, fácil de operar, y accesible económicamente, todo lo cual lo hace una opción interesante para su aplicación por las administraciones comunales locales.

Referencias bibliográficas

- Carver S. (1991): "Integrating Multicriteria Evaluation with Geographical Information Systems". *International Journal of Geographical Information Systems* 5, pp. 321–339.
- CRARM, (1997): *Risk Assessment and Risk Management in Regulatory Decision-Making*. U.S.A., Presidential /Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management. Final Report. Volume 2.
- ESRI (1996): *Using ArcView GIS*. U.S.A., Environmental Systems Research Institute.
- Gocalves Gomes E., Pereira Estellita Lins M. (2002): "Integrating Geographical Information Systems and Multi-Criteria Methods: A Case Study", *Annals of Operations Research*, 116, pp.243–269.
- Hay Wilson L. (2000): *A Spatial Environmental Risk Assessment Methodology for Risk-Based Decision Making at Large, Complex Facilities*. PhD dissertation. U.S.A., The University of Texas at Austin, Consultado en el Word Wide Web el 06/04/02, en <http://www.ce.utexas.edu/centers/crwr>
- IDB (1999): *Integrated Water Resources Management: Institutional and Policy Reform. Proceedings of the Workshop of Port of Spain Trinidad Tobago* (June 24-27, 1997). Washington, D.C., Environment Division, Social Programs and Sustainable Development Department, Inter-American Development Bank.
- INDEC (1998): *Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 1991 por Frecuencias y Radios Censales para la ciudad de Azul*. Información en soporte informático. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Jankowski, P. (1995): "Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods", *International Journal of Geographical Information Systems*, 9, 3, pp.251–273.
- Keeny, R. L., Raiffa, H. (1976): *Decision with Multiple Objectives. Preferences and Values Tradeoff*. New York, John Wiley & Sons.
- Lininger, C., Warwick, D. (1978): *La Encuesta por Muestreo: Teoría y Práctica*. México, C.E.C.S.A.
- NRC (1994): *Science and Judgement in Risk Assessment*. Washington DC, National Research Council. National Academic Press,
- Oficina del PNUD en Argentina (2003): *Informe sobre Desarrollo Humano en la Provincia de Buenos Aires 1996*. Consultado en el Word Wide Web el 06/04/03 en http://www.desarrollohumano.org.ar/IDHArgentina/96_ba/96_ba.html
- Peluso, F., Usunoff, E., González, Castelain, J. (2003). *El Análisis de Riesgo a la Salud como Monitor de la Calidad de los Recursos Hídricos Usados con Fines Consuntivos*. Aceptado para su presentación en el I Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la hidrología subterránea, Rosario, Santa Fe, 23-26 septiembre 2003.
- Romero, C. (1993): *La Teoría de la Decisión Multicriterio: Conceptos, Técnicas y Aplicación*. Madrid, Alianza.
- Tomassi, C. (1993): "La Administración Local del Ambiente", en Goin, F. y Goñi, R. (Ed): *Elementos de Política Ambiental*. Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires.

Peluso, F., Usunoff, E., Entraigas, I. (2003): "Integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 186-198. ISSN: 1578-5157

USEPA (1996): *Guidelines for Exposure Assessment*. Environmental Protection Agency. Fed. Reg. 57:22888 – 22938.

USEPA (1997): *Exposure Factor Handbook*. Environmental Protection Agency. USEPA/600/P-95/002.

USEPA (1999): *Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemicals Mixtures*. Environmental Protection Agency. NCEA-C-0148

Usunoff, E., Peluso, F. (1998): "Análisis de la propuesta de regulación de los recursos hídricos en la provincia de Buenos Aires, Argentina", *Cuadernos del Curiam*, 4, pp. 1-12.

Usunoff, E., Peluso, F., González Castelain, J., Miranda, M. (2000): *Hacia la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en la Provincia de Buenos Aires, Argentina*. Actas de 1st. Joint World Congress on Groundwater, Brasil.

TABLAS

Tabla 1. Listado de todos los criterios, su nivel de exclusión y método de cuantificación

Criterios	Nivel de exclusión	Cuantificación
Infraestructura de la Vivienda (CalV)	Vivienda tipo A = (Calv = 0)	CalV * CantP
	Vivienda tipo B = (Calv = 1)	
Tenencia de Servicios de Agua Corriente (AgCorrA)	Tenencia servicio = (AgCorrA = 0)	ServAgC * CantP
	No tenencia servicio = (AgCorrA = 1)	
Valor de la Tierra (ValTA)	ValT > Primer cuartil relación valor/superficie = (ValTC = 0)	ValTC * CantP
	ValT < Primer cuartil relación valor/superficie = (ValTC = 1)	
Educación del Jefe de Hogar (EduA)	Nivel Educativo mayor a primaria completa = (NeduV = 0)	NeduV * CantP
	Nivel Educativo menor a primaria completa = (NeduV = 1)	
Conciencia de la Exposición (ConA)	Conocimiento de la degradación del recurso = (ConA = 0)	ConA * CantP
	Desconocimiento de la degradación del recurso = (ConA = 1)	
Hacinamiento en la Vivienda (HaciA)	3 o menos personas por cuarto = (HaciA = 0)	HaciV * CantP
	Más de 3 personas por cuarto = (HaciA = 1)	
Población de Riesgo (PoRieA)	Cantidad de población de riesgo < 0 = 1er cuartil para todos los polígonos = (PoRieA = 0)	PoRieV * CantP
	Cantidad de población de riesgo > 1er cuartil para todos los polígonos = (PoRieA = 1)	

(Referencias: ver en el texto)

Peluso, F., Usunoff, E., Entraigas, I. (2003): "Integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 186-198. ISSN: 1578-5157

Tabla 2. Diferencia porcentual entre el IDH de Azul y el mejor de la provincia de Buenos Aires para las tres áreas y luego por variable para obtener su peso como criterio

	Educación	Salud	Ingreso	IDH
Azul	0,566	0,739	0,562	0,662
V. Lopez	0,976	0,876	0,914	0,92
Diferencia	0,41	0,137	0,352	0,258
Dif. Porcentual	0,46	0,15	0,39	
Peso del criterio	0.23	0.075	0.13	

FIGURAS

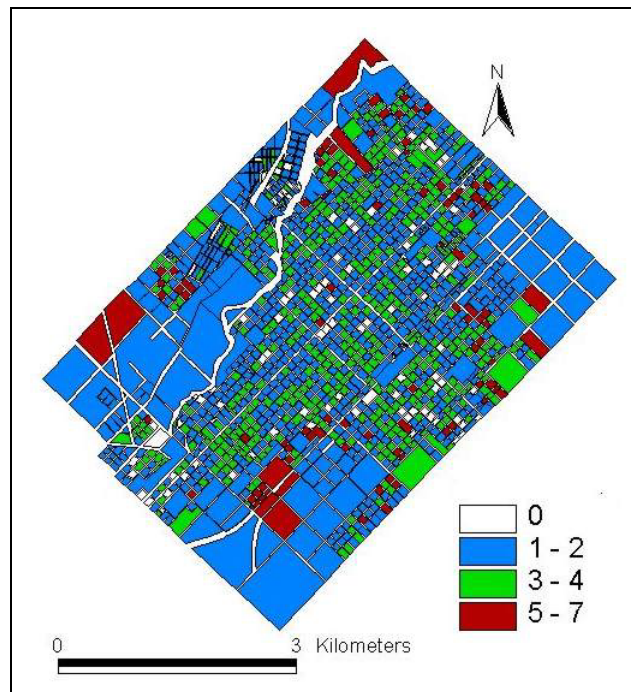


Figura 1. Número de criterios que exceden su nivel de exclusión

Peluso, F., Usunoff, E., Entraigas, I. (2003): "Integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 186-198. ISSN: 1578-5157

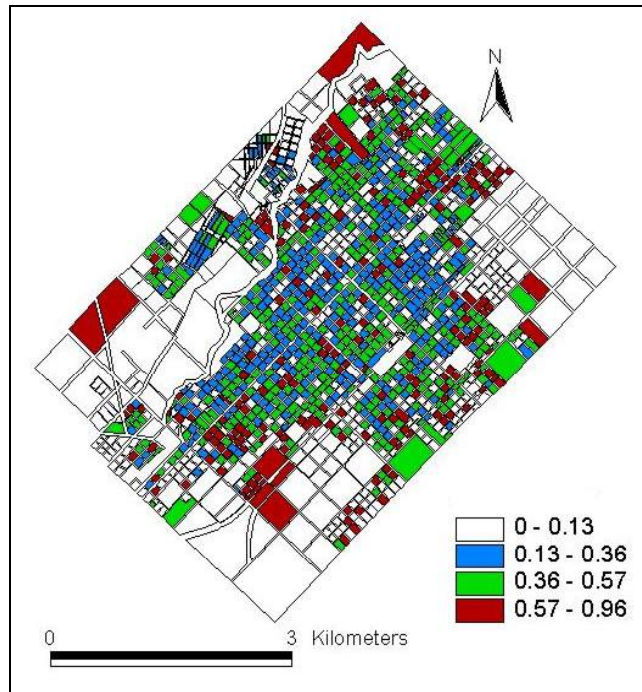


Figura 2. Cantidad de población equivalente según el SIC, normalizada por la población de la manzana

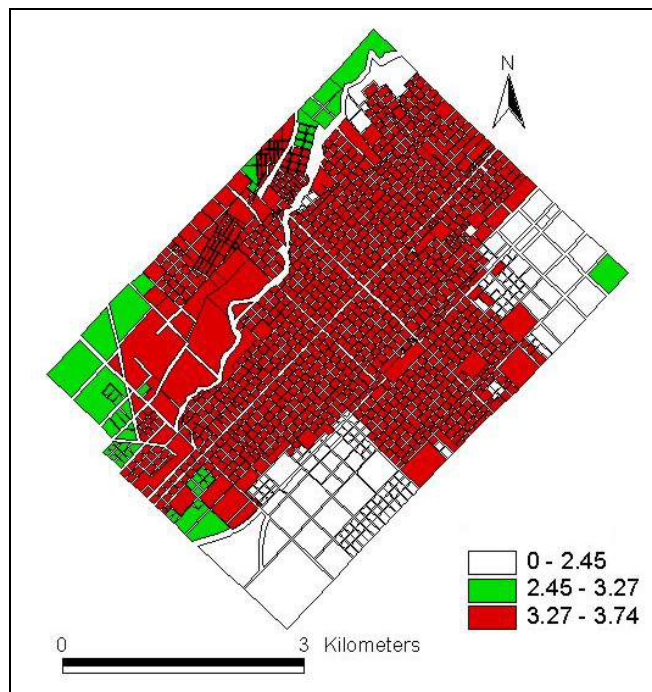


Figura 3. Mapa de riesgo por fluoruro en niños, resaltando los valores que exceden 2.45

Peluso, F., Usunoff, E., Entraigas, I. (2003): "Integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio", *GeoFocus (Artículos)*, n° 3, p. 186-198. ISSN: 1578-5157

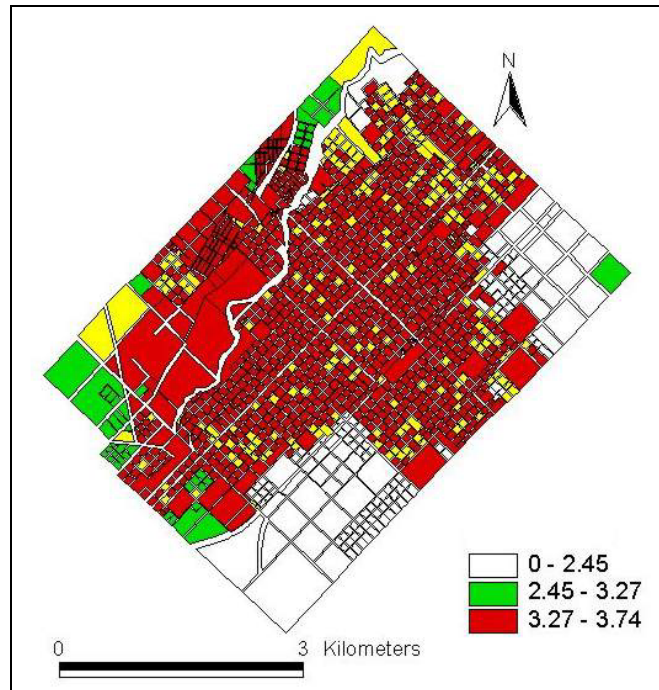


Figura 4. Mapa de riesgo por fluoruro resaltando, en amarillo, niveles mayores a 2.45 y con más de 3 criterios excediendo su nivel de exclusión

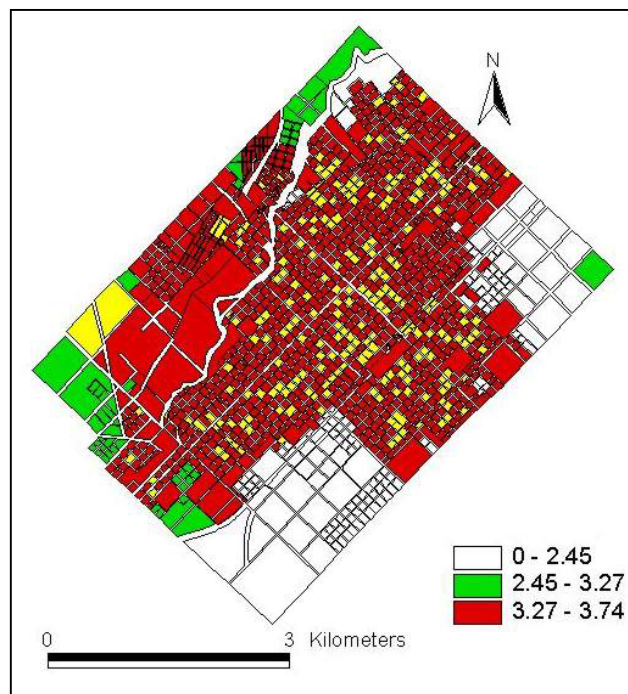


Figura 5. Polígonos de riesgo mayor a 2.45 y criterios Educación, Conciencia y Población de Riesgo excediendo su nivel de exclusión

Peluso, F., Usunoff, E., Entraigas, I. (2003): "Integración de parámetros socioeconómicos en estudios espaciales de riesgo sanitario mediante el uso de herramientas multicriterio", GeoFocus (Artículos), n° 3, p. 186-198. ISSN: 1578-5157

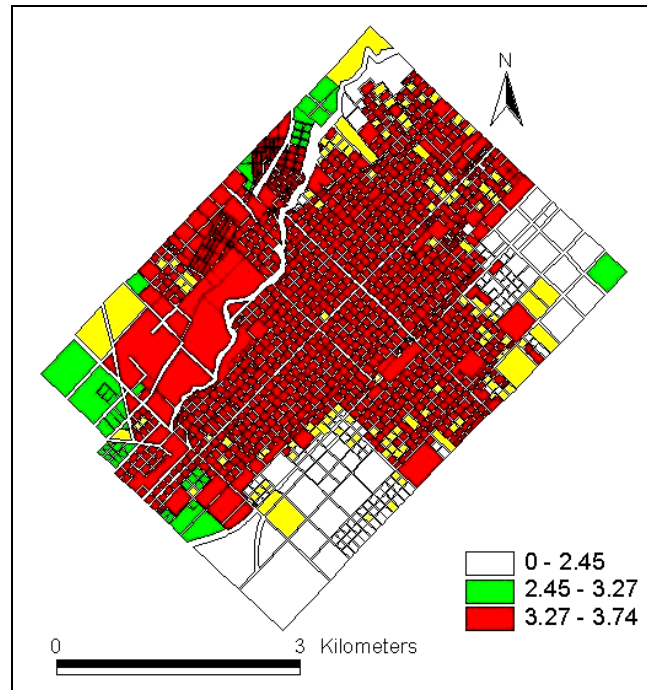


Figura 6. Polígonos de riesgo mayor a 2.45 y criterios Agua Corriente, Valor de la Tierra e Infraestructura excediendo su nivel de exclusión