

METODOLOGIA BASICA PARA LA LOCALIZACION DE HOSPITALES MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA RASTER Y VECTORIAL

*M. Liliana Ramírez
(lramirez@hum.unne.edu.ar)
Departamento de Geografía
Facultad de Humanidades
Universidad Nacional del Nordeste - Argentina*

Publicado en: *GEONATURA: Aplicaciones de los SIG a las Ciencias Ambientales y de la Salud.* Universidad de Puerto Rico. San Juan de Puerto Rico, 2000 (Publicación en CD)

Resumen

En los últimos lustros uno de los temas que más sobresale en el ámbito de estudio de la Geografía de los Servicios es la **localización óptima de equipamientos**. Esta tendencia se debe, fundamentalmente, a la creciente demanda de servicios por parte de la población. No obstante la pregunta *¿cuál es la localización más adecuada para una determinada instalación?*, ya sea ésta deseable o no deseable por los habitantes de un territorio, no es nueva, ya que una de las preocupaciones más antiguas del geógrafo ha sido la de conocer *¿dónde? ¿cómo? y ¿porqué?*. La diferencia radica en que décadas atrás la inquietud era la de saber "*¿dónde está?*", mientras que ahora este interrogante se ha cambiado por "*¿dónde debería estar?*". Como consecuencia de ello los Sistemas de Información Geográfica (SIG), han ido paulatinamente incorporando entre sus múltiples herramientas sistemas de ayuda a la decisión espacial (SDSS) entre los que se encuentran los modelos de localización-asignación óptima, cuya meta es la de encontrar los sitios más adecuados para instalar determinados equipamientos en función de la demanda, es decir de los usuarios que hacen uso de ellos y de la distancia que se debe recorrer para poder obtener los servicios que ellos brindan.

La presente contribución tiene el propósito de mostrar cuáles son los materiales necesarios y la metodología a seguir para aplicar éstos modelos de localización-asignación tanto en SIG raster como vectorial. Emplearemos para ello el conjunto de experiencia adquirida en la realización de un estudio de caso referido a la Provincia del Chaco, situada en el Nordeste Argentino.

INTRODUCCION

Existen numerosos modelos de localización-asignación y ellos responden a las características de los equipamientos que se desean instalar y quién tiene que llevar

adelante esta tarea. Con respecto a éste último aspecto nos referimos a si las instalaciones son de carácter público o privado, ya que no es lo mismo el fin que persigue un servicio público que el que persigue un servicio privado. Así la localización de servicios públicos debería responder al principio de "*justicia o equidad espacial*", este principio tiene especial relevancia en el caso de los servicios ofertados por la Administración Pública, ya que son financiados por toda la población que, por lo tanto, tiene iguales derechos a usarlos en las mismas condiciones de acceso (BOSQUE SENDRA y MASS, 1995), como ejemplo de este caso podemos referirnos a hospitales, escuelas o bibliotecas públicas. Esta regla que es denominada "adecuación" por VUORI (1996), expresa la relación entre los servicios disponibles y las necesidades de la población. Se refiere a la accesibilidad diferencial de un servicio por parte de los distintos grupos de población, es decir al grado de igualdad en la distribución de los servicios que presta cada instalación a la población. La justicia espacial depende en este caso de la mayor o menor facilidad de acceso y depende de la variabilidad de las distancias que separan a cada individuo de la instalación más próxima, del tamaño de la oferta existente en dicha instalación y de la disponibilidad temporal de los servicios (BOSQUE SENDRA, 1992).

Los servicios privados por su parte tienen como finalidad otro principio que es el de "*eficiencia espacial*", su objetivo es obtener la mayor cantidad de beneficios posibles y por ello preferirán localizarse en aquellos lugares que alberguen la mayor cantidad de población o demanda. Se refiere al volumen global de desplazamientos que el conjunto de la demanda (población que requiere el servicio) debe efectuar para utilizar las instalaciones; trata de medir el coste, en tiempos de recorrido o distancias, que la población se verá obligada a transitar para poder utilizar los servicios (BOSQUE SENDRA, 1992). En otras palabras la eficiencia se ocupa de maximizar los resultados de unos recursos dados. Por lo tanto una distribución eficiente de los servicios maximizará su utilización por parte de los usuarios. En este caso los ejemplos son numerosos y se refieren a todo tipo de servicios por el cual el o los propietarios obtienen algún beneficio económico, cines, comercios, escuela privadas, consultorios médicos de diferente índole, etc.

En la práctica justicia o equidad y eficiencia entran en conflicto, ya que es posible que admitir o aconsejar la eficiencia óptima de un servicio en un lugar determinado puede representar una resolución distributiva no equitativa. De lo expuesto podemos deducir que resulta casi imposible construir o localizar un servicio público en algún lugar que beneficiara a todos los ciudadanos por igual. El hecho de la distancia geográfica y de la accesibilidad significa que algunos estarán mejor situados, para disfrutar de las ventajas; o peor situados, acentuando las desventajas, tanto en la instalación de un hospital, una biblioteca pública o unas obras de alcantarillado. Las decisiones de localización y los planes para la atribución espacial de los recursos se han de tomar con mucho cuidado si se quieren distribuir los beneficios y los inconvenientes dentro de la población de un modo predecible y equitativo (SMITH, 1980).

Además de considerar si se trata de un servicio público o privado también es preciso tener en cuenta si se trata de equipamientos deseables también llamados filicos (que son aquellos en los que predominan las externalidades positivas: hospitales, escuelas, bibliotecas, cines), no-deseables denominados asimismo fóbicos (en los que las externalidades negativas son las preponderantes (cementeros, vertederos de residuos sólidos urbanos, cárceles).

De acuerdo con lo expuesto en los párrafos anteriores podemos señalar que la variedad de modelos de localización-asignación óptima es múltiple, ya que su profusión ha ido en aumento en la medida en que las necesidades lo han requerido, no obstante no todos los que existen están presentes en los SIG, ya que muchos de ellos ya tienen respuesta dentro de la geometría analítica pero no aún dentro de los entornos de programación informática.

Entre los más usuales que frecuentemente se emplean para dar solución a problemas concretos encontramos los que a continuación se señalan:

Modelo P-mediano, Minisum o Mindistance

Dentro de la bibliografía consultada puede presentarse con las tres denominaciones de manera indistinta. El objetivo de este modelo es determinar la localización óptima de un cierto número de centros (P representa el centro o número de centros a ubicar), tal que el total de distancia recorrida por toda la demanda o población que haría uso de los mismos sea minimizada (Hakimi, 1965 citado por ARC/INFO). El servicio -si se refiere a una instalación- es localizado en un “centro ponderado” donde está la mayoría de la demanda. Es un modelo que tiene como único objetivo el de la eficacia espacial, intentando definir posiciones de instalaciones que minimizan el total de recorridos de la demanda (BOSQUE SENDRA, 1992).

Modelo P-mediano, Minisum o Mindistance con restricción de la distancia o alcance espacial

En este caso el objetivo del modelo, *p-mediano con restricción de la distancia*, al igual que en el caso anterior, es determinar la localización de un cierto número de centros, P , tal que el total de distancia recorrida sea minimizada pero introduciendo una restricción de máxima distancia (Kumawala, 1973 citado por ARC/INFO). En este modelo se intenta que ningún punto de demanda se encuentre más allá de una cierta distancia, o en otras palabras se pretende que la población que va a ser uso del servicio no tenga que recorrer más de una determinada distancia que se estima de antemano como alcance espacial. Por ejemplo en el caso de las escuelas de enseñanza primaria en un ambiente urbano se considera que 600 metros constituye la máxima distancia que los niños deberían recorrer, éste sería entonces el valor de la restricción de distancia o alcance espacial del servicio. BOSQUE SENDRA (1992), manifiesta que en este modelo además de considerar el criterio de eficiencia, se usa el criterio de justicia espacial. El objetivo, por tanto, es minimizar la suma total de los recorridos de tal manera que ningún elemento de la demanda tenga un punto de oferta a una distancia superior a una restricción pre-establecida. Esta distancia corresponde al valor del alcance espacial del

bien o servicio ya mencionado.

Modelo de Cobertura Máxima, Maxcover o Cobemax

En este caso el objetivo es maximizar la cantidad de demanda o población que la instalación debe servir. En otras palabras el modelo maximiza la cobertura de población dentro de una distancia determinada o de un umbral de tiempo, localizando un número fijo de servicios (Church and Reville, 1974, citado por ARC/INFO). Una aplicación típica de este modelo podría ser la localización de servicios de emergencias, ya que, cuando la población lo requiere, la respuesta de los servicios debe ser rápida en tiempo. Los umbrales de tiempo y de distancia definen el área circundante que puede auxiliar el servicio. La demanda dentro de esos umbrales es considerada “protegida o asistida”. El modelo intenta alcanzar el objetivo de justicia espacial.

Modelo de Cobertura Máxima, Maxcover o Cobemax con restricción de la distancia

Este modelo también fue planteado en 1974 por Church and Reville y planteado posteriormente por BOSQUE SENDRA (1992) quien expresa que se asemeja al anterior pero incorpora otra restricción de distancia o de tiempo. En este caso ningún elemento de la demanda está alejado más de una cifra máxima de distancia (el alcance espacial del servicio) y, por otra parte, la localización encontrada maximiza la demanda que se encuentra dentro de otro umbral de distancia menor que el anterior. Por lo tanto se deben considerar dos restricciones de distancia o tiempo, una mínima y otra máxima.

Finalmente podemos señalar que, como hemos mencionado, los modelos de localización-asignación óptima nos permiten conocer los sitios más adecuados para instalar unas determinadas instalaciones cuando ellas no existen, pero además si en un territorio particular ya se hallan emplazados ciertos equipamientos, nos permiten evaluar si esa distribución actual es eficiente o justa y, si corresponde, encaminar las nuevas localizaciones tratando de alcanzar el principio de eficiencia o justicia según se desee.

Planteados así los conceptos e ideas más generales a tener presente en un aporte de esta naturaleza nos adentramos en el caso de estudio en particular. Se trata de encontrar la localización óptima para equipamientos hospitalarios en la Provincia del Chaco (Argentina). Actualmente este territorio cuenta con 42 hospitales y el objetivo del trabajo fue el de conocer si esta actual distribución responde al criterio de justicia espacial, ya que se trata de hospitales públicos. De esta aplicación también se han podido deducir cuáles serían los sitios más adecuados para instalar en el futuro posibles nuevos hospitales.

Teniendo en cuenta la naturaleza de este aporte no nos detendremos en aspectos particulares del trabajo de investigación ni tampoco en los resultados peculiares que se

lograron respecto del espacio geográfico estudiado, intentaremos aquí desarrollar la metodología que hemos seguido de manera que la misma pueda ser transferida a otras unidades espaciales.

AREA DE ESTUDIO

En el nordeste de la República Argentina, con una superficie de alrededor de 99.600 km² y una población que apenas superaba los 930.000 habitantes en 1998, se halla la Provincia del Chaco. Geográficamente se desarrolla entre los 24° y 28° de latitud sur y entre los 58° y 63°30' de longitud oeste y se encuentra dividida en 25 departamentos (Figura 1). El sistema viario o de carreteras se caracteriza por presentar solamente el 21% de sus rutas pavimentadas (ya sean de administración nacional o provincial) y el resto corresponde a caminos de tierra (78,4%) y consolidados (0,6%).

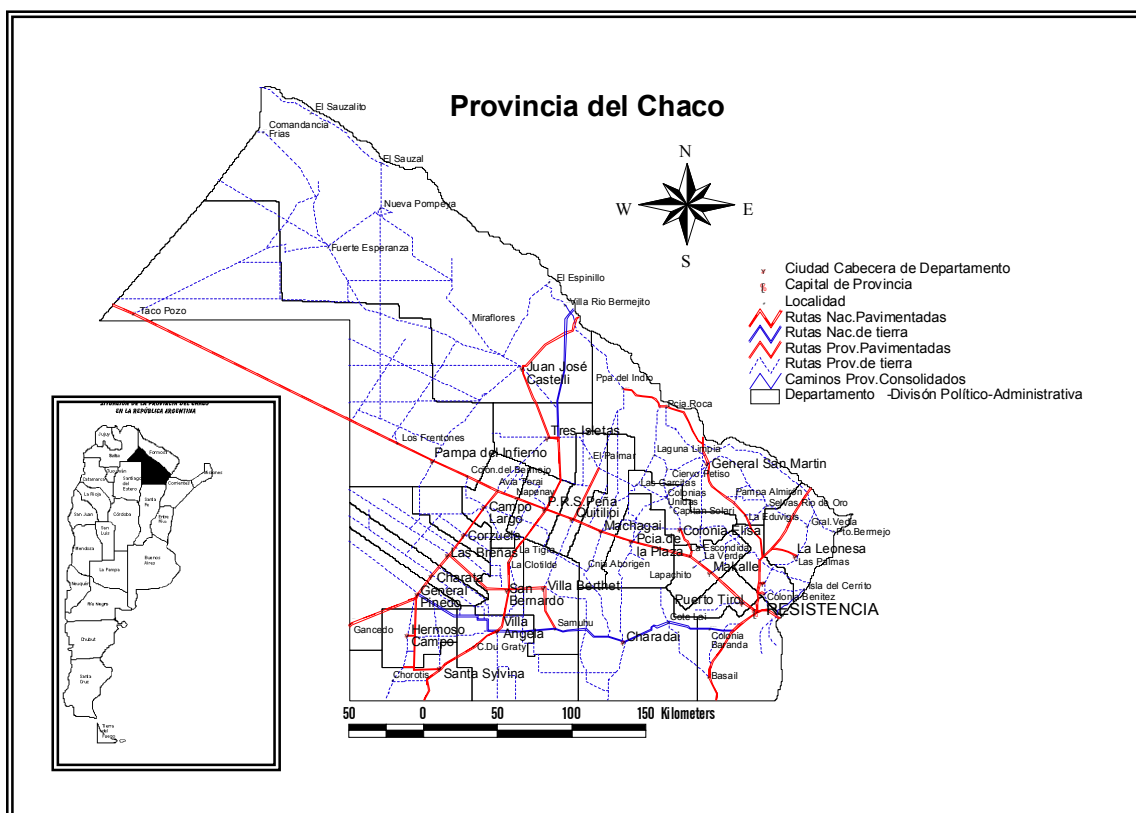


Figura 1

El Ministerio de Salud Pública de la provincia ha dividido al territorio en 6 zonas sanitarias las que a su vez se fragmentan en 67 áreas programáticas tal como aparece en la figura 2, donde también se ha incluido la distribución actual de la población. El sector sudeste del territorio, donde se localiza la capital provincial, Resistencia, concentra la mayor cantidad de población, cerca del 33% del total provincial, en el resto de la

jurisdicción las principales ciudades se emplazan a la vera de las carreteras más destacadas, en especial las nacionales y provinciales pavimentadas (Figura 2).

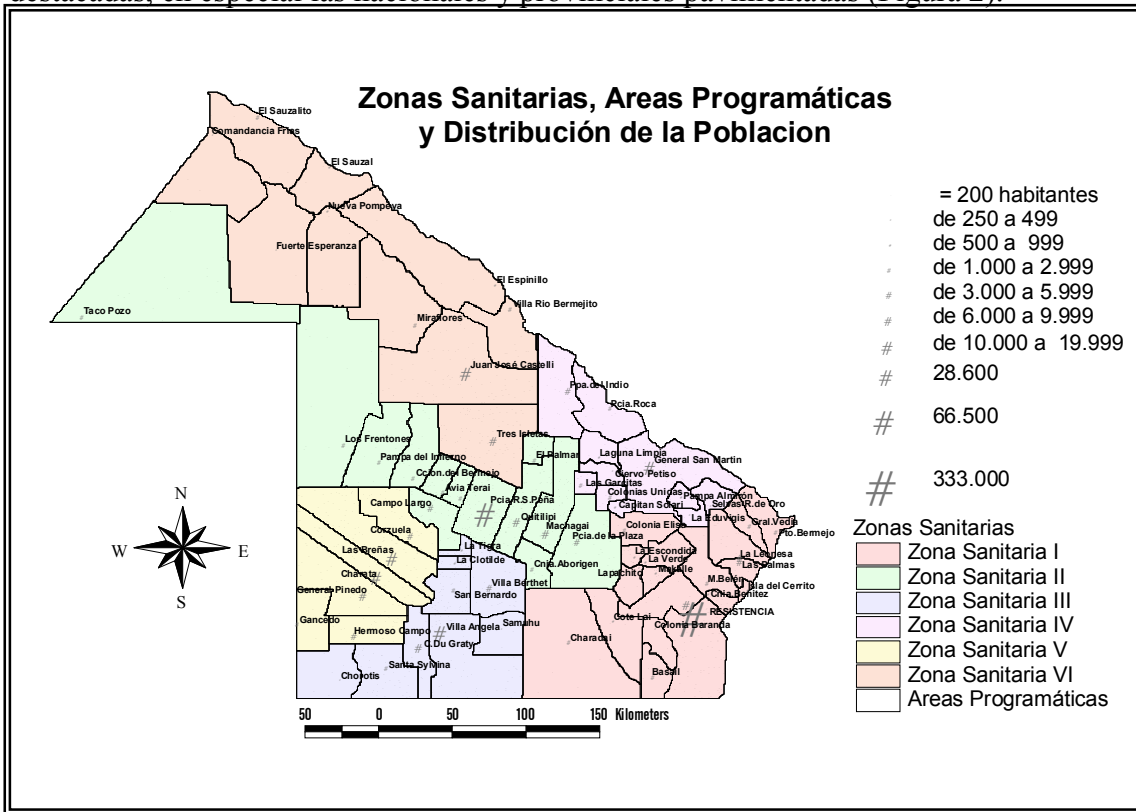


Figura 2

En otro orden, se aprecian dos grandes “vacíos poblacionales”, el noroeste y el sureste, al que se puede adicionar un tercer sector que corresponde al extremo sudoeste de la provincia. El primero de los tres espacios señalados en el párrafo anterior corresponde al “Impenetrable Chaqueño”, un dilatado territorio de bosque leñoso muy difícil de penetrar; el segundo se refiere a los “Bajos Sub-meridionales”, un área a menudo inundable dedicada a la ganadería extensiva. A estas desventajas del medio natural hay que agregar la escasez de vías de comunicación, ya que son sectores que no se ven alcanzados por rutas nacionales y los caminos provinciales que los enlazan con el resto del territorio son consolidados o de tierra y muchas veces se hallan en mal estado de conservación.

En el aspecto sanitario debemos resaltar que los equipamientos públicos con que cuenta la provincia del Chaco son los hospitales, los puestos sanitarios y los centros de salud. Los primeros de los nombrados, que son los que en este trabajo nos interesan, son actualmente 42, distribuidos en 41 localidades, ya que Resistencia, la capital cuenta con 2 hospitales. Presentan diferentes niveles de complejidad, en función de los servicios que prestan, los hay de nivel VI, que son los de mayores servicios, IV y III, éstos últimos los de servicios mínimos (Figura 3).

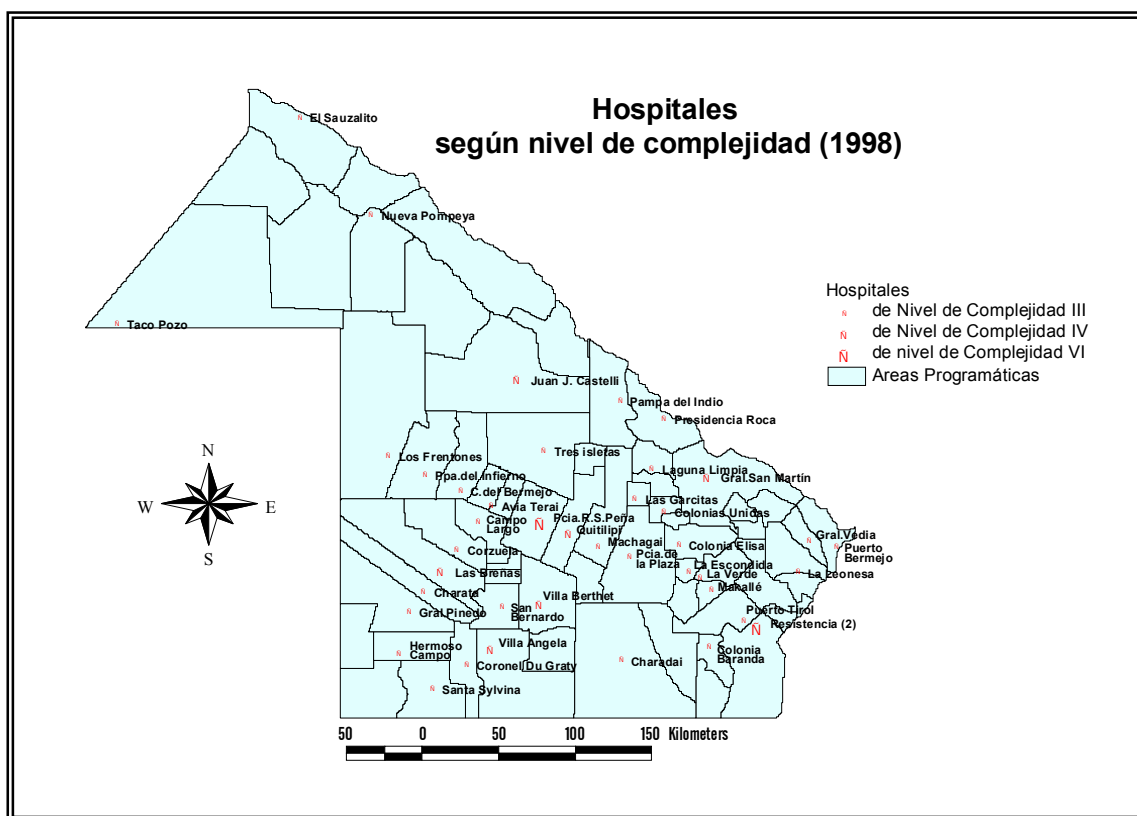


Figura 3

Los tres aspectos que abreviadamente hemos descripto constituyen la información básica que se requiere para aplicar los modelos de localización-asignación óptima. Es decir la población o demanda del servicio, los servicios existentes (si es que los hay) que conforman la oferta actual y las carreteras o vías por las cuales la demanda se tiene que desplazar para alcanzar la oferta y obtener los servicios que desea.

MATERIALES Y METODOS EN SIG RASTER

Para alcanzar los objetivos que nos planteamos en el trabajo empleamos un SIG de tipo raster denominado "*Localiza*" cuya programación ha sido desarrollada en el marco de un Proyecto de Investigación llevado a cabo en el Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá¹. Este programa si bien constituye un módulo independiente presenta resultados que pueden visualizarse en entorno Idrisi, un SIG de tipo raster muy difundido actualmente.

Para aplicar los modelos de localización-asignación óptima que lleva incorporados el Localiza es preciso trabajar con imágenes de datos puntuales, es decir que tanto la demanda como la oferta deben transformarse en puntos de una imagen raster.

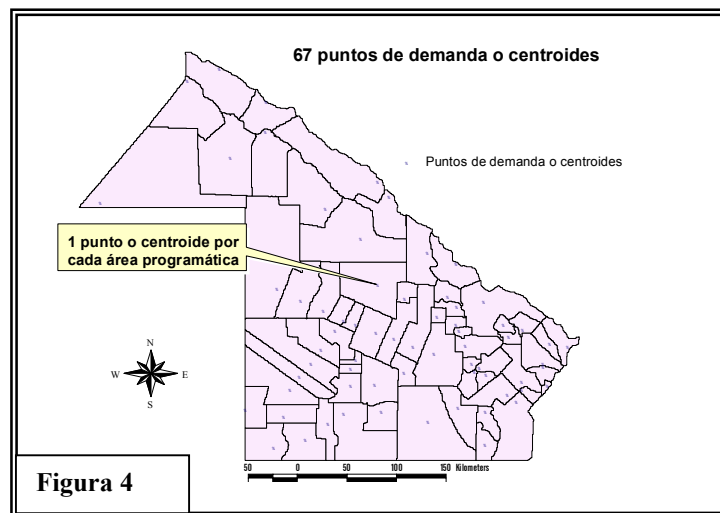
¹ El proyecto corresponde al número 06/0049/98 financiado por la Comunidad de Madrid.

La población o demanda se halla distribuida por el territorio provincial que a su vez se encuentra dividido en 67 áreas programáticas, como la información demográfica se encuentra detallada en los anuarios correspondientes a nivel de áreas, para poder trabajar a nivel puntual atribuimos la demanda de cada área a un punto dentro de la misma, que corresponde a la localidad con mayor cantidad de habitantes de ella, este punto también es denominado centroide, y no es preciso que sólo exista uno en cada área o sector a considerar, pueden existir más, según el reparto de la demanda que se desea realizar.

Un *primer fichero* necesario para efectuar la aplicación es el que contiene los puntos de demanda con sus identificadores, es una imagen que debe poseer un formato ascii, en el que los puntos de demanda se enumeren de forma consecutiva iniciando la numeración en el extremo superior izquierdo de la misma. En nuestro caso en particular contamos con 67 puntos de demanda (Figura 4).

Un *segundo fichero* es el de valores, que contiene la población o demanda atribuida a cada punto, éste debe estar conformado por los identificadores de cada punto de demanda y asociada a ellos la población que les corresponde.

Por lo tanto el material necesario se resume de la siguiente manera:



DEMANDA.IMG (en formato ascii)

Archivo de imagen raster (*.IMG) en formato ascii, contiene los identificadores de los puntos candidatos que pueden acoger una instalación. Se refiere a los puntos con demanda.

DEMANDA.VAL

Archivo de valores (*.VAL), contiene los mismos identificadores de la imagen ascii y cada uno de ellos lleva asociada la demanda en cada punto.

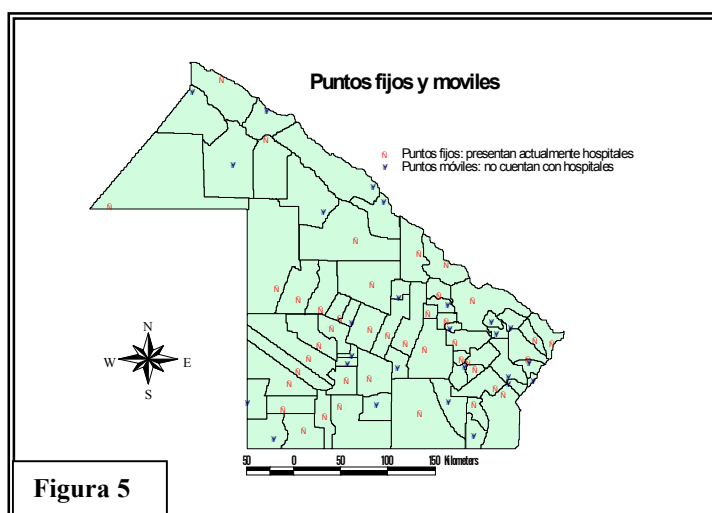
En nuestro caso ambos archivos se han elaborado con el programa IDRSI.

Disponiendo de los ficheros especificados estamos en condiciones de aplicar cualquiera de los modelos de localización-asignación óptima arriba indicados, para conocer, finalmente, los sitios más adecuados para instalar hospitales. Hay que tener presente que algunos de éstos modelos, recordemos, solicitan la restricción de distancia o el alcance espacial del servicio que debe estar señalada en la misma unidad de medida en que está expresada la imagen (kilómetros, metros, etc). Además hay que especificar la cantidad de equipamientos que se desean instalar, en nuestro caso en particular, hemos solicitado 41, ya que el fin último fue el de cotejar los resultados que arroja la distribución óptima con la distribución actual.

De este modo al comparar el actual reparto de hospitales públicos en la provincia del Chaco con los resultados que se obtuvieron de la aplicación del modelo P-mediano pudimos conocer el grado de eficiencia espacial que presenta el sistema sanitario presente. Y al cotejarlos con los resultados que arroja la aplicación del modelo de Cobertura Máxima pudimos conocer si se cumple el principio de justicia espacial que debe caracterizar a los servicios públicos.

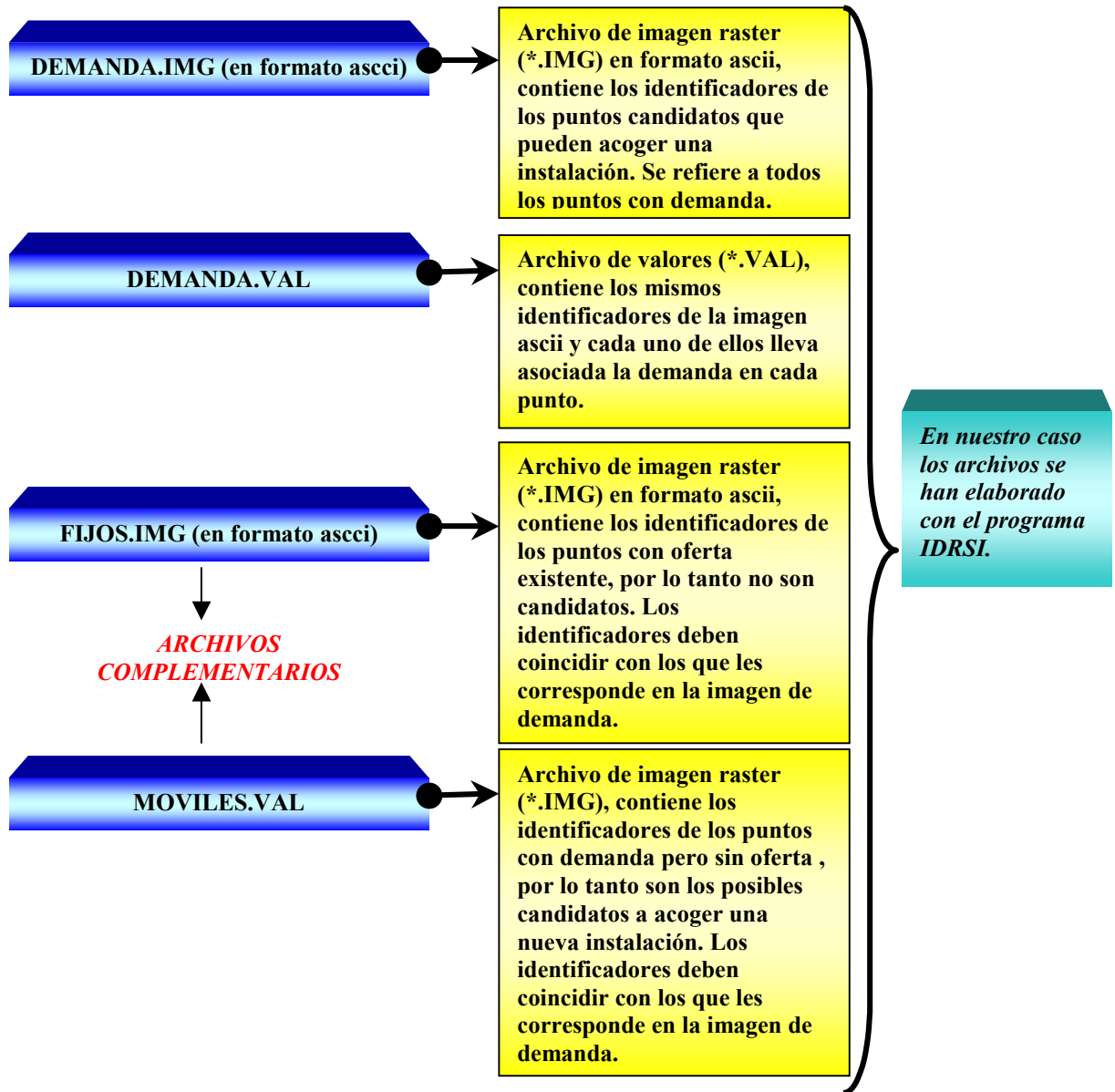
Al margen de esta aplicación que nos permite conocer las localizaciones óptimas y examinar las características de la actual distribución de hospitales, el programa Localiza presenta la alternativa de aplicar los modelos considerando los equipamientos existentes en la actualidad. De modo que en el caso particular de nuestro estudio el análisis espacial se puede llevar a cabo teniendo en cuenta la presencia de 41 puntos de oferta actuales, éstos son considerados puntos fijos en los que ya existe un hospital y están ubicados en algún punto de demanda. Por lo tanto se aprecian 26 puntos de demanda que no poseen equipamiento hospitalario y que constituyen ahora los posibles candidatos a albergar un nuevo hospital, son denominados puntos móviles.

En este caso al par de ficheros descritos anteriormente se añaden otros dos ya que, como dijimos se tienen que considerar los puntos de oferta fijos ya existentes y los puntos de demanda que no poseen oferta y en los que se podría albergar algún equipamiento si se considera como óptimo ese sitio. Estos dos archivos son de imagen raster, en formato ascii, deben poseer los mismos identificadores que les corresponde en la imagen raster de demanda y por lo tanto son complementarios. En esta aplicación particular el objetivo no es el de conocer tantos sitios adecuados como hospitales hay en la actualidad, tal como se efectuó en el procedimiento anterior, sino que lo que se busca es saber, por ejemplo, cuáles son los 2



sitios más adecuados para albergar nuevos hospitales. Por consiguiente se aplicará aquel modelo cuyos resultados nos permitan mejorar el principio de eficiencia o el de justicia espacial, según se desee.

De lo mencionado se deduce que ahora el material necesario es el siguiente:



Se habrá podido apreciar que en ninguno de los dos procedimientos indicados se hace referencia al empleo de la red de carreteras, ello se debe a que el análisis espacial en formato raster se basa en el desplazamiento, de la demanda hacia los puntos de oferta, en línea recta lo que es denominado distancia euclidiana o rectilínea, no obstante el software Localiza presenta la opción de emplear también distancia de manhatan (Figura 6). Esta limitación que presenta el análisis en SIG raster no impide que los resultados que se alcanzan sean satisfactorios, así lo demuestra la experiencia con el trabajo que hemos llevado a cabo.

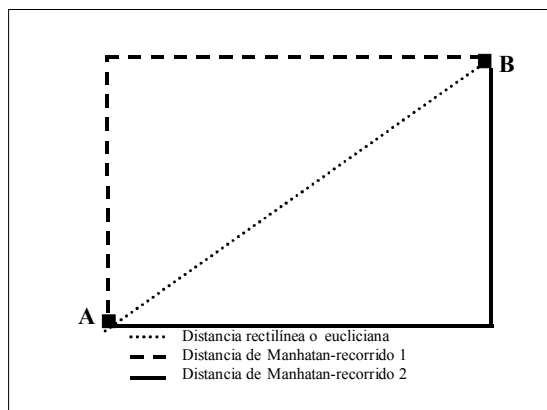


Figura 6

Para concluir este apartado queremos señalar que, en virtud de lo expuesto, el primer tratamiento en formato raster, permite la evaluación de un determinado sistema sanitario que presenta una distribución de equipamientos que le es propia, lo que permite la eventual re-localización de equipamientos; mientras que el segundo procedimiento proporciona el conocimiento de los mejores sitios para ubicar nuevas instalaciones, considerando los que ya existen. Recordemos que los resultados del modelo P-mediano nos conducen a la máxima eficiencia espacial, mientras que los resultados del modelo de Cobertura Máxima nos muestran los sitios que llevan a un sistema de distribución hospitalaria a la máxima equidad espacial.

MATERIALES Y METODOS EN SIG VECTORIAL

Para la aplicación de los modelos de localización-asignación en formato vectorial empleamos el software Arc/Info, esta aplicación forma parte de lo que se designa bajo el nombre de “análisis de red”. En una red se diferencian elementos lineales (arcos), que se interrelacionan entre sí mediante elementos puntuales (nodos). En nuestro análisis los arcos están representados por la red vial o los diferentes tramos de la red vial, que se interrelacionan entre sí por medio de los nodos o puntos en los que comienzan o finalizan cada uno de esos tramos de carreteras (Figura 7).

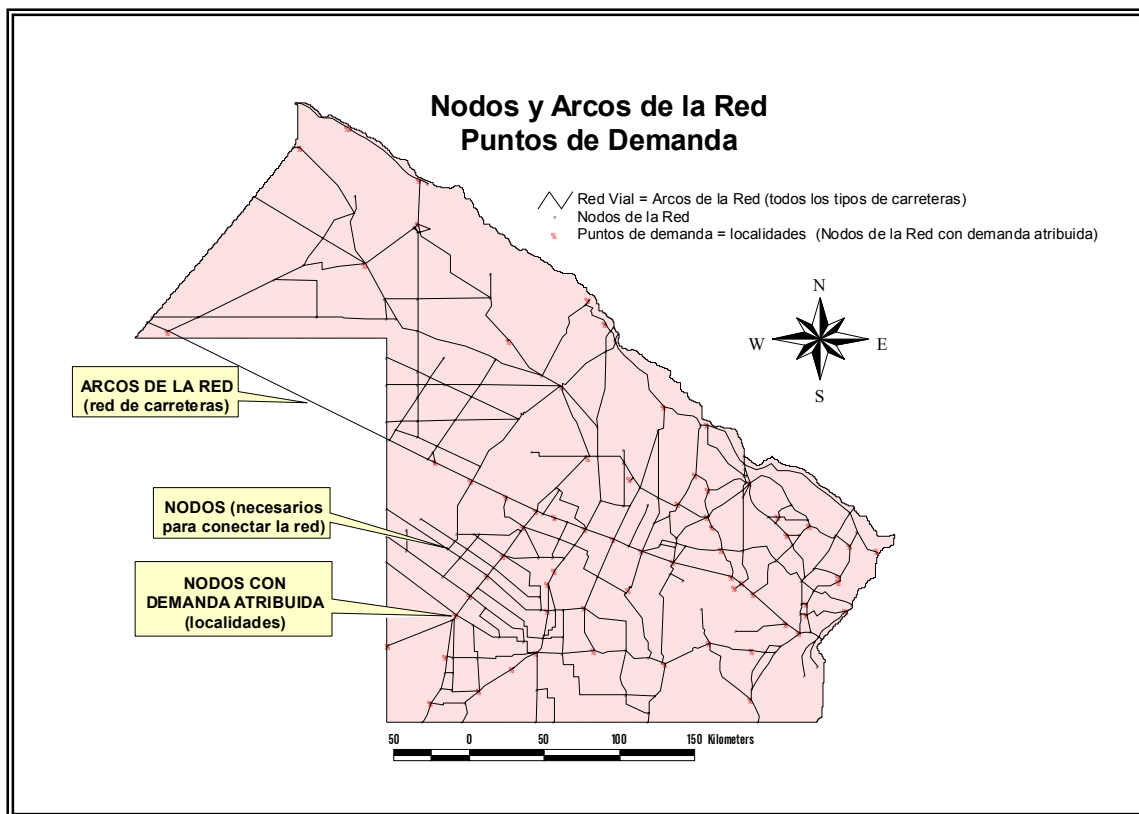


Figura 7

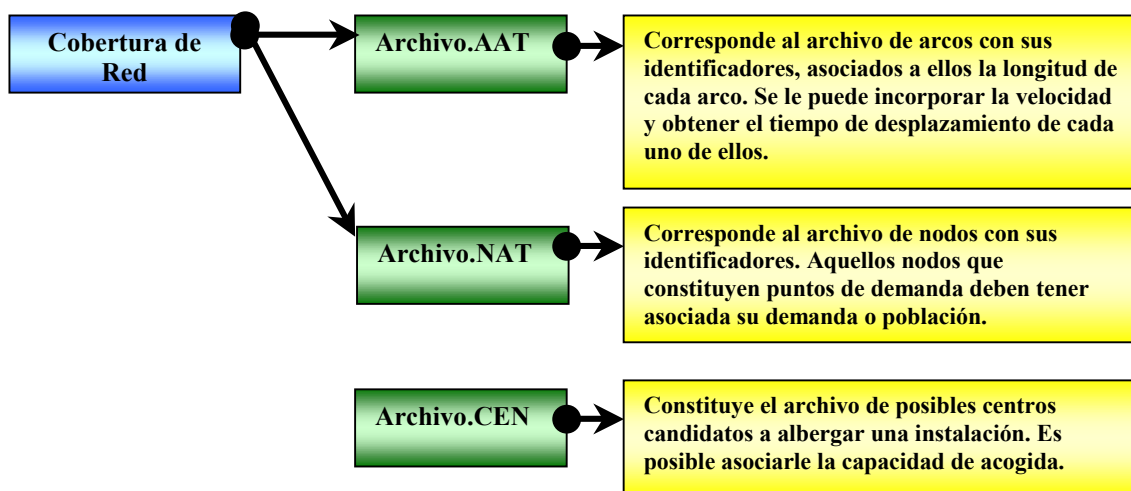
Si bien existen nodos que solamente sirven para establecer la conexión de la red, existen otros que además de enlazar las rutas, constituyen a su vez puntos de demanda, es decir, allí donde se ubica una localidad estaremos ante la presencia de un punto (nodo) con demanda atribuida, esto es población que requiere del servicio hospitalario. Esta población, toda vez que precise el servicio sanitario, empleará la red de carreteras para desplazarse de un sitio a otro.

Como se puede deducir de lo indicado en el análisis espacial mediante un SIG vectorial para definir los sitios adecuados y para asignar posteriormente la demanda a cada punto considerado como óptimo, se computa la distancia a través de las carreteras o vías por donde necesariamente se desplazará la población para alcanzar el servicio deseado. Cada carretera o tramo de carretera lleva asociada una propiedad específica que es su longitud expresada en las mismas unidades de medida en que está elaborada la representación, esa magnitud inherente a cada arco es la que el sistema empleará para efectuar los cálculos correspondientes y definir así las localizaciones óptimas según la proximidad entre los puntos y asignar a continuación la demanda a los puntos escogidos como adecuados. Este atributo propio de los arcos es lo que se denomina impedancia o también fricción y constituye un elemento de resistencia que se asocia al desplazamiento por la red.

No obstante tal vez la alternativa más valiosa del análisis en formato vectorial radica en que se puede emplear, para el análisis de proximidad, además de la distancia en

longitud, la distancia en tiempo, esto se debe a que los arcos al tener asociada la longitud que les corresponde e incorporarles la velocidad a la que la población se puede desplazar por ellos, estamos en condiciones de saber el tiempo que se necesita para dirigirse de un punto a otro. Ésta es la diferencia más notable con el análisis en formato raster, ya que para servicios de emergencia, como son los hospitales, que deben actuar inmediatamente en casos de urgencia o emergencia, la accesibilidad temporal o el tiempo de respuesta ante un determinado evento es más importante que la accesibilidad geográfica.

Para sintetizar lo expuesto, el software Arc/Info requiere de los siguientes elementos:



Otra disimilitud que se ha advertido, esta vez a favor del programa Localiza, es que el software Arc/Info no permite considerar los puntos con establecimientos ya existentes, por lo cual se puede emplear para evaluar la localización existente y estimar la ubicación de nuevas instalaciones además de la re-localización de equipamientos.

De la misma manera que lo apuntamos para el análisis en formato raster, todas las indicaciones que en este caso se han manifestado son generales para la aplicación de cualquier modelo de localización-asignación óptima, con la advertencia que hay que tener presente de antemano el alcance espacial o restricción de distancia o tiempo para los modelos que lo requieren.

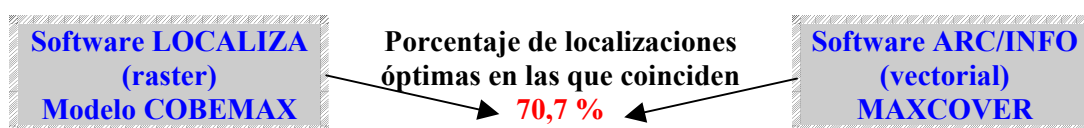
RESULTADOS MÁS RELEVANTES

De la aplicación de los modelos de localización-asignación óptima en SIG raster y vectorial queremos destacar fundamentalmente las coincidencias cuando se considera semejantes el objetivo final. De este modo:

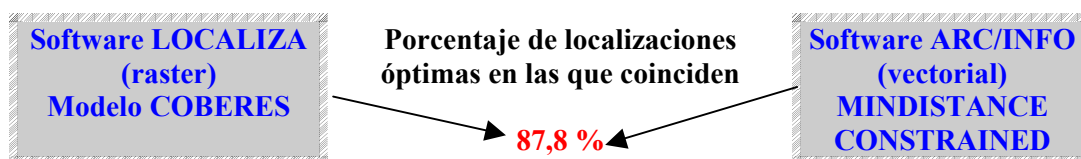
- 1.- Objetivo: encontrar 41 localizaciones óptimas para hospitales mediante el modelo P-mediano, Mindistance o Minisum (para conocer el grado de eficiencia).



- 2.- Objetivo: encontrar 41 localizaciones óptimas para hospitales mediante el modelo de Cobertura Máxima, Cobemax o Maxcover (para conocer el grado de justicia espacial). Alcance espacial del servicio o restricción de la distancia, 30 kilómetros.



- 3.- Objetivo: encontrar 41 localizaciones óptimas para hospitales mediante el modelo P-mediano con restricción de la distancia, Mindistance Constrained o Minisum con restricción de la distancia (es un modelo que intenta conciliar eficiencia y justicia espacial). Alcance espacial del servicio o restricción de la distancia, 30 kilómetros



Las aplicaciones llevadas a cabo nos demuestran que cuando el objetivo buscado es el de eficiencia espacial logrado con el modelo P-mediano, entonces los resultados que se obtienen con el tratamiento en formato raster y vectorial son muy semejantes, esto se debe a que las localizaciones óptimas, independientemente de la distancia que la población deba recorrer, responden a los puntos de mayor demanda. Por el contrario cuando lo que se busca es la justicia espacial mediante el empleo del modelo de Cobertura Máxima, entonces existen mayores disparidades (sin desmerecer las elevadas coincidencias), ya que en este caso influye significativamente el diferente análisis y cómputo de las distancias para la definición de los sitios óptimos (recordemos que en formato raster la distancia es rectilínea o de manhatan, mientras que en formato vectorial la misma se mide a través de las carreteras que forman la red vial).

CONCLUSIONES

El estudio que llevamos a cabo ha sido sumamente provechoso para el conocimiento de los aspectos que hacen a la distribución de equipamientos hospitalarios en la Provincia

del Chaco, sin embargo no nos detendremos en ellas ya que no hacen a las características propias de esta contribución en la que sí queremos destacar las ventajas que presentan los SIG y los SDSS, en particular los modelos de localización-asignación óptima, cuando se requiere tomar decisiones de carácter territorial referidas a la instalación de determinados equipamientos.

El análisis espacial empleando este tipo de herramientas permite en menor tiempo crear diversos escenarios, aplicar diferentes modelos y apreciar fácilmente las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. De este modo proporcionan a los responsables de tomar resoluciones, la posibilidad de fundamentarlas con mayor certeza y conocimiento del espacio geográfico sobre el cual se trabaja. Por otro lado la alternativa de incluir en estos estudios el criterio de justicia o equidad espacial tan necesario para alcanzar la mayor y mejor accesibilidad a los servicios públicos por parte de la población es sumamente provechoso y no debería desaprovecharse.

BIBLIOGRAFIA

1. **Basildo Martín, Rosa y López Nieva, Pedro (1998).** “Aproximación bibliográfica a los Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Ordenación del Territorio y los Recursos Naturales”. En: Anales de Geografía de la Universidad Complutense N° 18. Pp. 319-335. Madrid, España.
2. **Bosque Sendra, Joaquín (1992).** Sistemas de Información Geográfica. Ediciones Rialp, S.A. 451 páginas. Madrid, España.
3. **Bosque Sendra, Joaquín y Maass, Sergio (1995).** “Modelos de localización-asignación y evaluación multicriterio para la localización de instalaciones no deseables”. En: Serie Geográfica N° 5. Pp. 97-112. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares, España.
4. **Comas, David y Ruiz, Ernest (1993).** Fundamentos en Sistemas de Información Geográfica. Editorial Ariel. Barcelona, España.
5. **Dirección de Estadística Sanitaria.** Anuario de Estadísticas Sanitaria 1996-1997-1998. Ministerio de Salud Pública. Provincia del Chaco. Argentina.
6. **Dirección de Estadística Sanitaria.** Anuario de Estadísticas Vitales 1996-1997-1998. Ministerio de Salud Pública. Provincia del Chaco. Argentina.
7. **Fernández Palacín, Fernando (1992).** “Algunas ideas sobre análisis locacional”. En: Cuadernos de Geografía. N° 3. Pp. 49-58. Universidad de Cádiz. España.
8. **Ghosh, Avijit and Rushton, Gerard (1987).** Spatial Analysis and Location-Allocation Models. Van Nostrand Reinhold Company. 373 páginas. New York. Estados Unidos.
9. **Instituto Nacional de Estadística y Censos.** Censo Nacional de Población y Viviendas de la Provincia del Chaco, 1991. Buenos Aires, Argentina.
10. **Moreno Jiménez, Antonio (1991).** “Los Centros Culturales en Madrid: Un análisis geográfico de la provisión y el uso”. En: Estudios Geográficos. Tomo LII, N° 205. CSIC. Instituto de Economía y Geografía Aplicadas. Pp. 697-730. Madrid, España.

- 11. Moreno Jiménez, Antonio (1996).** “Localización de la población y servicios de farmacia”. En: Población y espacio en la Comunidad de Madrid. Análisis y aplicaciones a nivel microeconómico. Informe monográfico del Tomo 4 de la Estadística de Población de la Comunidad de Madrid, 1996. Sitio Web: www.comadrid.es/iestadis.
- 12. Serra del Pozo, Pau (1996).** “Análisis espacial y modelos urbanos en un entorno SIG”. En: Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales. XXVIII (110). Pp. 785-799. Madrid, España.
- 13. Smith, David (1980).** Geografía Humana. Editorial Oikos-tau. Colección Elementos de Geografía. 586 páginas. Barcelona, España.
- 14. Vuori, H.V. (1996).** El control de calidad en los servicios sanitarios. Editorial Masson, S.A. (traducción al castellano, 1996). 142 páginas. Barcelona, España.