

METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS DE ACCESO A SERVICIOS DE GOBIERNO ELECTRÓNICO

Línea Temática III: Investigación y Compromiso Social

Mariuxi Montes Chunga¹ y Susana Muñoz Hernández²

(1) Facultad de Informática, maria.montes.chunga@alumnos.upm.es

(2) TEDECO – Facultad de Informática, susana@fi.upm.es

RESUMEN

Este trabajo es de interés para territorios en países en vías de desarrollo que tengan información escasa o limitada sobre la cual planificar Puntos de Acceso a Servicios (PAS). Está pensado para territorios que actualmente no cuenten con ningún o con escasos PAS y que estén interesados en aplicar esta estrategia para proveer de servicios a los ciudadanos de su territorio. Aquí se dan claves para tener una respuesta con base técnica para decidir cuántos PAS poner en el territorio y dónde ubicarlos.

Ante la pregunta de ¿cómo realizar una distribución de puntos de acceso a servicios de gobierno electrónico sobre un territorio determinado?, este trabajo toma en cuenta tres variables: tamaño de la población, distancia entre poblaciones y costo de implantación de los puntos de acceso. Este proceso se basa en la teoría de localización de instalaciones y usa algoritmos genéticos como herramienta técnica.

Se ha hecho la aplicación de esta metodología en dos contextos: el Municipio de Santa Elena (Ecuador) y en la provincia de Asturias (España). La selección de estos dos territorios se ha planteado para resaltar las diferencias de esfuerzos en la aplicación de una misma metodología en ambos contextos.

Palabras clave: gobierno electrónico, algoritmo genético, localización de instalaciones.

1. INTRODUCCIÓN

Los beneficios y las ventajas que se obtienen del gobierno electrónico han sido, y siguen siendo estudiados, desde los inicios de este ya no tan nuevo concepto (Backus, 2001; Gronlund and Horan, 2005). Lo que inicialmente fue gobierno electrónico, ha crecido tanto que han emergido nuevos conceptos asociados, como democracia electrónica o gobernanza electrónica. La pregunta que se hacen ahora los gobiernos, ya no es si deberían agregar el gobierno electrónico a su gestión, más bien es cuando y como empezar a implantarlo. Las decisiones que se toman ahora van encaminadas a la estrategia de implantación de gobierno electrónico (Weerakkody, 2012), que es una herramienta y una meta en la mejora en la provisión de servicios a los ciudadanos.

Dado que la implantación de los servicios de gobierno electrónico varían de lugar a lugar, adaptándose a las circunstancias locales, hay que especificar que el contexto para el que se ha pensado este trabajo es para sitios con características como: alta población rural, pueblos dispersos, baja penetración de internet y bajos ingresos. Según (Bhatnagar, 2002), tomando en cuenta estas características, una opción para afrontar esta situación es usar la estrategia de implantar puntos de acceso a servicios (PAS) para asegurar que la ciudadanía tenga acceso a los servicios de gobierno electrónico. Con los PAS se maneja el problema de la baja penetración y hace que el acceso a los servicios sea más fácilmente disponible a la ciudadanía. Estos PAS estarían distribuidos geográficamente sobre el territorio, de tal forma que cubra efectivamente toda la Municipalidad.

Esta opción permite la mejor cobertura para la mayoría de la población, en lugar de tener todos los servicios centralizados en la capital municipal.

Entonces la pregunta que se plantea es: ¿Cómo realizar una distribución de los PAS sobre estos territorios?

Este trabajo propone una solución técnica al problema de planificación de entrega de servicios a los ciudadanos. Esta solución se haya dentro de la teoría de localización de instalaciones, utiliza como herramienta los algoritmos genéticos y se estructura alrededor de los procesos de extracción, transformación y carga de datos.

Teoría de Localización de Instalaciones

El problema estudiado en el presente trabajo está enmarcado en lo que se conoce como problema de ubicación de instalaciones o por su nombre en inglés como “facility location problem”, un campo bastante estudiado en la Ingeniería de Operaciones (*Brandeau et al, 1989*). En este caso en particular es sobre la ubicación de instalaciones para proveer servicios públicos. La teoría de localización, estudia la localización de una instalación en el mejor lugar posible, dependiendo de criterios como la distancia óptima, la capacidad de operación, densidad de población, el costo óptimo, etc. También se presentan problemas donde se pueden combinar varios de esos criterios. Por lo tanto, el objetivo de la solución de problema de asignación de la ubicación es encontrar la mejor ubicación o localización de una o más instalaciones que darán la mayor utilidad de acuerdo a unos criterios determinados.

Existen varios problemas clásicos de localización de instalaciones, en el trabajo realizado por (*Arifin, 2010*), se encuentra un estudio sobre la clasificación de estos problemas.

El problema planteado en este trabajo forma parte de la categoría de problemas de cobertura. Los problemas pertenecientes a esta clasificación tienen la intención de encontrar instalaciones que proporcionan a los clientes el acceso a instalaciones de servicio dentro de una distancia especificada. Aquí las instalaciones del cliente desean cubrir el máximo para alcanzar su objetivo.

El problema de cobertura de conjuntos tiene como objetivo abarcar a todos los puntos de demanda ubicando el mínimo de instalaciones. Uno de los problemas clave asociado a este modelo es la posibilidad de que se exceda el número de instalaciones que realmente pueden ubicarse por motivos de presupuesto limitado.

El problema de distribución de Puntos de Acceso a Servicios puede ser planteado como un problema de cobertura de conjuntos y se ha seleccionado los algoritmos genéticos como método de resolución del problema propuesto.

Algoritmos Genéticos

Los algoritmos genéticos (*Holland, 1975; Goldberg, 1989; Davis, 1991*), son métodos adaptativos que pueden usarse para resolver problemas de búsqueda y optimización. Están basados en el proceso genético de los organismos vivos. A lo largo de las generaciones, las poblaciones evolucionan en la naturaleza con los principios de la selección natural y la supervivencia de los más fuertes. Por imitación de este proceso, los Algoritmos Genéticos son capaces de ir creando soluciones para otros tipos de problemas.

El objetivo del algoritmo genético es encontrar el individuo mejor adaptado que sea solución de un problema dado. Aunque los algoritmos genéticos no garantizan que se encuentre la solución óptima del problema, existe evidencia empírica de que se encuentran soluciones de un nivel aceptable, en un tiempo competitivo comparado con el resto de algoritmos de optimización combinatoria. El campo de aplicación de los algoritmos genéticos son los problemas para los que no existen técnicas especializadas.

Para hacer uso de los algoritmos genéticos, se tiene que entender los términos propios que se utilizan en este contexto, a continuación se explicarán dos de los términos básicos (basados en (*Kaufmann2008*)) que se deben conocer para entender su posterior uso.

Tipo de representación

Inicialmente los algoritmos genéticos se representaban como cadena de bits (1 o 0), dado que se trabaja bien con los operadores utilizados. Se pueden utilizar otro tipo de representaciones pero en este trabajo se utilizará la representación como cadena de bits

Función Objetivo

La función de adaptación o función objetivo es diseñada de forma particular para cada problema. Luego de la codificación utilizada, la función objetivo es el segundo aspecto que resulta crucial en el comportamiento de los algoritmos genéticos. La regla general para construir la función objetivo es que debe reflejar el valor “real” del individuo.

2. CONTEXTOS DE APLICACIÓN

La metodología que se propone se aplica a dos contextos distintos, al Municipio de Santa Elena en Ecuador y a la provincia de Asturias en España. Aunque hay que recordar que la metodología propuesta está pensada para contextos como el del Municipio de Santa Elena, hemos creído conveniente aplicarla en otro contexto para poder resaltar los inconvenientes a los que se enfrentan las administraciones de países en desarrollo al querer hacer una planificación con bases técnicas en temas de provisión de servicios.

Santa Elena - Ecuador

El municipio de Santa Elena está en la costa de Ecuador. Tiene una población de 144,076 habitantes, según el censo del 2010; siendo casi el 72% población rural. Estas zonas rurales están dispersas en el territorio y son conocidas como “comunas”. Existe una ciudad grande, la capital municipal, que agrupa a poco más del 30% del total de la población municipal.

El cantón Santa Elena tiene 3,669 kilómetros cuadrados de extensión, casi el 98% de la provincia, y 144,076 habitantes, de ellos 73,396 son hombres y 70,680 mujeres. En el área urbana viven 31.503 personas y en el área rural 94.768 personas, según datos obtenidos del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador - 2010, el 76% de la población de la provincia viven en condiciones de pobreza (medida según la satisfacción de necesidades básicas, incluyendo: vivienda, salud, educación y empleo). El 63% de la población tiene educación básica completa y el 9% tiene educación superior.

Hay 59 comunas distribuidas sobre el territorio, de acuerdo a la Federación de Comunas de Santa Elena. Además, existen otras concentraciones más pequeñas de personas, conocidas como “recintos”, pero no existen estadísticas formales sobre el número de recintos existentes en el territorio. En el anexo 9.3 se pueden ver todos los poblados con los que se inició este trabajo.

La mayoría de las comunas están localizadas en la línea de costa y ellas tienen una buena vía de acceso a la capital. Sin embargo, las comunas interiores tienen problemas de acceso entre ellas y también con la capital, debido a la deficiente red vial secundaria. Además, estos problemas de acceso a las comunas interiores se deben al deficiente mantenimiento de los caminos existentes.

La penetración de Internet en Ecuador -de acuerdo al estudio: Internet, calidad y costos en Ecuador (2009) y con datos a Diciembre del 2008- Ecuador tiene una penetración del 12,3% cuando el promedio latinoamericano es del 30% ocupando en Sudamérica el puesto 8 de 10 (Carrion, 2009). Según datos de Diciembre del 2010, ofrecidos por la Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador (SUPTEL, 2011), se estima que los usuarios de internet representan el 37,46% de la población, representando los usuarios de la provincia de Santa Elena el 0,75%. Año a año van creciendo las personas que tienen acceso a Internet, ya sea a través de su trabajo, cibercafés, hogar o a través de dispositivos móviles, pero siguen siendo unas estadísticas de acceso bajas.

Asturias - España

Asturias está localizada en el norte de España. Tiene una extensión de 10.603,57 km² y una población de 1.051.554 habitantes según datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) al 1 de abril del 2012. Cuenta con

7 comarcas o áreas de planificación territorial: Oriente (algunas veces se divide en la comarca del Eo-Navia y del Narcea), Avilés, Gijón, Oviedo, Narcea, Caudal, Nalón, Oriente. Según información obtenida del Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias (IDEPA) (IDEPA, 2012), con información del año 2011, el área central de la provincia, acoge a los tres concejos más poblados que concentran aproximadamente la mitad de la población asturiana (54,23%), en una superficie que suma apenas el 4% del suelo regional. Las densidades más elevadas corresponden a los concejos de Avilés, con 3.118,87 habitantes/km², seguido de Gijón y Oviedo con 1.528,40 y 1.207,56 habitantes por km², respectivamente. De este modo, queda de manifiesto el creciente desequilibrio existente en la distribución espacial de sus habitantes, con una zona central cada vez más densamente poblada, y unas áreas oriental y occidental que ven cómo se reduce progresivamente su número de habitantes y con un mayor predominio de las actividades rurales y turísticas.

En el primer trimestre del año 2012, Asturias contaba con una población activa de 474,2 miles de personas, de las cuales 377,5 estaban ocupadas, lo que supuso una tasa de paro del 20,39%, que se mantiene por debajo de la media de España donde la tasa de paro en el segundo trimestre es de un 24,44%. Atendiendo a la nueva clasificación CNAE 2009 el sector servicios concentra los niveles de empleo más altos (74,06%), frente al sector primario que se sitúa entorno al 4,42%. El sector industrial ocupa el 14,15% y la construcción el 7,36%.

Según el “Informe de Internet en España y el Mundo” (TATUM, 2012), la penetración de Internet en Asturias, en el año 2011, fue del 50,7%; sufriendo un descenso del 5,6% con relación al año 2010.

Una de las estrategias que utilizó el Principado de Asturias para fomentar el acceso a Internet, fue la implementación de la Red de Telecentros del Principado de Asturias que se compone de 105 puntos de acceso¹ público y gratuito a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

La Red de Telecentros es un servicio público y gratuito para todos los ciudadanos, financiado por la Consejería de Economía y Administración Pública del Gobierno del Principado de Asturias, en colaboración con los ayuntamientos de los municipios donde se ubican estas infraestructuras.

El 60,47% de los telecentros de Asturias se localizan en núcleos poblacionales de hasta 5000 habitantes con mayor intensidad de esfuerzo en las áreas más rurales.

3. METODOLOGÍA

El método utilizado para dar respuesta a nuestra pregunta, es el mismo para ambos casos de estudio.

1. Personalización del Algoritmo Genético.
2. Extracción de Datos
 - a. Extracción de Datos: Población
 - b. Extracción de Datos: Distancia
3. Transformación de Datos
 - a. Transformación de Datos de Población
 - b. Transformación de Datos de Distancia
4. Carga de Datos
 - a. Carga de Datos de Población
 - b. Carga de Datos de Distancia

A continuación se expone la personalización del algoritmo genético que se utilizará para encontrar la respuesta a la pregunta planteada y posteriormente se detallan los procesos utilizados para la obtención de los datos necesarios para alimentar la función objetivo.

¹ <http://www.telecentros.es/servicios/directorio/?contenido=fichas/ficha-asturias.html> (recuperado el 01/02/2013)

3.2. Proceso de Extracción, Transformación y Carga de Datos

En esta sección se expone el proceso utilizado para la recolección de la información para cada caso de estudio. La información que se recopiló fue:

- La población de los poblados con los que se trabajaría, y
- El tiempo utilizado para llegar desde un poblado a otro

Extracción de Datos: Población

Las acciones de extracción realizadas han sido:

Santa Elena

En el contexto de un país en desarrollo, extraer la información propuesta es el primer y mayor problema a enfrentar porque no siempre es posible obtener los datos necesarios.

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) es la institución encargada de mantener y ofrecer información sobre la población en Ecuador. INEC pone a disposición pública la información sobre la población a nivel: nacional, provincial, cantonal y parroquial (www.inec.gob.ec).

Para realizar este trabajo, se necesita un nivel más de detalle, el nivel zonal. Este inconveniente se salva bajando toda la base censal de la provincia (un archivo de SPSS), donde se detalla la población a nivel de zona. La base censal, tiene un total de 308,693 registros, cada uno de los cuales contiene información sobre la población (sexo, edad, educación, trabajo, discapacidades, etc.) recopilada a través de 100 variables numéricas.

Asturias

Para obtener la población de cada municipio de la provincia de Asturias, accedimos a los datos publicados en la página web del INE (www.ine.es). De esta página obtuvimos el listado de los municipios de Asturias y su población (Avance de la Explotación Estadística del Padrón a 1 de enero de 2012). En esta página el INE nos da incluso la población de las secciones censales, que es el nivel inferior al nivel municipal. La página web devolvió una búsqueda con un total de 78 registros con información del código censal de cada municipio, el nombre del municipio y la población de la misma. El resultado de esta búsqueda se descargó a través de un archivo en formato Excel.

Extracción de Datos: Distancias

Las acciones de extracción realizadas han sido:

Santa Elena

Para medir la distancia entre poblados, se utilizó los mapas de google maps (figura 2) donde se marcan las principales carreteras. Pero en esta herramienta no se marcan los caminos secundarios, por lo que se utilizaron mapas en formato PDF de cada parroquia (también obtenidos desde la página web del INEC), para obtener información de los caminos secundarios (figura 3). Este es un trabajo manual, donde se utilizaban las herramientas de medición tanto de google maps como de Adobe Acrobat, para medir la distancia entre cada comuna y entre los cruces que establecían los distintos caminos para llegar a una comuna o recinto determinado.

Las vías de comunicación identificadas son de distinto nivel, clasificadas de acuerdo a la velocidad a la que pueden ser transitadas. Para seleccionar la velocidad de tránsito, se utilizó el conocimiento local sobre el estado de las carreteras, siendo importante conocer el estado de cada una de las mismas ya que puede haber diferencias entre ellas.

En la figura 3 se muestra un detalle del tipo de mapas utilizados para tomar la distancia entre los puntos y el tipo (nivel) de vía de comunicación existente entre ellas.

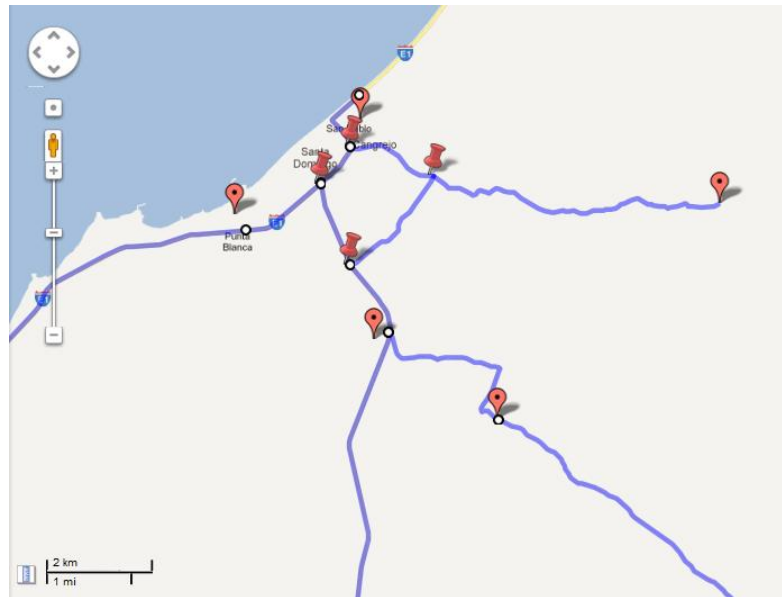


Figura 2. Mapa de google maps, utilizado para establecer la distancia entre poblados



Figura 3. Mapa en formato pdf, utilizado para establecer la distancia entre poblados

Para poder encontrar el camino más corto se tienen que evaluar todas las rutas posibles para unir esos poblados, por lo cual además de identificar los poblados, se han identificado los cruces de caminos (identificados con las formas de pin) de tal forma que se puedan evaluar los caminos por tramos.

Asturias

Para encontrar la mínima distancia entre dos municipios, se utilizó un servicio web de Google Maps API, que es una interface HTTP para los servicios de Google que proporcionan datos geográficos para las aplicaciones de mapas. Se utilizó el API de matriz de distancia de Google (<https://developers.google.com/maps/documentation/distancematrix/?hl=es>). Este es un servicio que proporciona el tiempo y la distancia de viaje para una matriz de orígenes y destinos. La información devuelta se basa en la ruta recomendada entre los puntos de partida y llegada, según los cálculos del API de Google Maps, y se compone de dos filas que incluyen los valores de duración y de distancia para cada par.

Por cada par de ciudades, un programa realiza una petición al web service de Google, haciendo un total de $N \times N$ peticiones, donde N es igual al número de municipios asturiano. Por cada petición se obtiene un archivo en formato xml, obteniendo un total de $N \times N$ archivos xml.

Transformación de Datos: Población

Las acciones de transformación realizadas han sido:

Santa Elena

1. Al inicio, la base de datos censal contiene la información de cada habitante censado en la provincia y para este trabajo se necesita sólo la información de un municipio, por lo que la primera transformación es eliminar la información extra y dejar sólo la de la población del Municipio de Santa Elena. Se limpió los registros de población no referente al territorio a estudiar. Al finalizar esta transformación, quedan 144,076 registros.
2. la base censal recoge información guardada en 100 variables, de las cuales sólo se necesita las cuatro primeras para completar este trabajo. Al finalizar esta transformación quedan 144,076 registros con 4 campos: Provincia, Cantón, Parroquia y Zona. Cada registro guardaba la información de cada habitante censado, con la información que permite agregar estos registros por población.
3. La información que se tiene, identifica a las zonas por su código censal y no por nombre. No se contaba con los códigos censales de todas las poblaciones de Santa Elena, por lo que sólo se ha trabajado con las comunas de las cuáles se conocía sus códigos censales y por lo tanto se podía conocer su población. Quedaron los registros de las personas censadas en 56 poblaciones.
4. Esta transformación busca contar todos los registros pertenecientes a una misma población, de esta forma se conoce el número de habitantes de cada poblado

Transformación de Datos: Distancias

Las acciones de transformación realizadas han sido:

Santa Elena

1. Usando la información de la velocidad máxima de cada camino, se hizo un traspaso desde la distancia entre dos puntos medida en kilómetros a una distancia medida en minutos, en tiempo.
2. Inicialmente se trabajó con 65 poblados, ya que se esperaba obtener el dato de la población de todas éstas, pero al no ser posible tener la información completa, se eliminaron nueve poblados y cinco cruces de caminos asociados a los mismos, trabajando finalmente con un total de 56 poblados y 30 cruces de caminos.
3. Con los datos obtenidos sobre la distancia entre puntos, se realizó una aproximación del tiempo necesario para comunicar cada comuna, considerando la distancia entre comunas y el tipo de vía que las unía, tomando en cuenta la velocidad a la que se puede transitar por las mismas. Para realizar esta aproximación, se utilizó el algoritmo Floyd-Warshall. El resultado es una matriz de tiempos entre cada punto identificado.
4. Obtenida la matriz de tiempos entre los puntos identificados, se procede a eliminar la información referente a los cruces de camino y sólo se deja la información que interesa a este trabajo, que es la información de distancia entre poblados.

Asturias

Seis municipios fueron seleccionados para alojar un PAS de un total de 78 posibles municipios. Trasladando esta representación numérica a un mapa, la figura 5 muestra un gráfico donde se encuentran resaltados los municipios seleccionados.

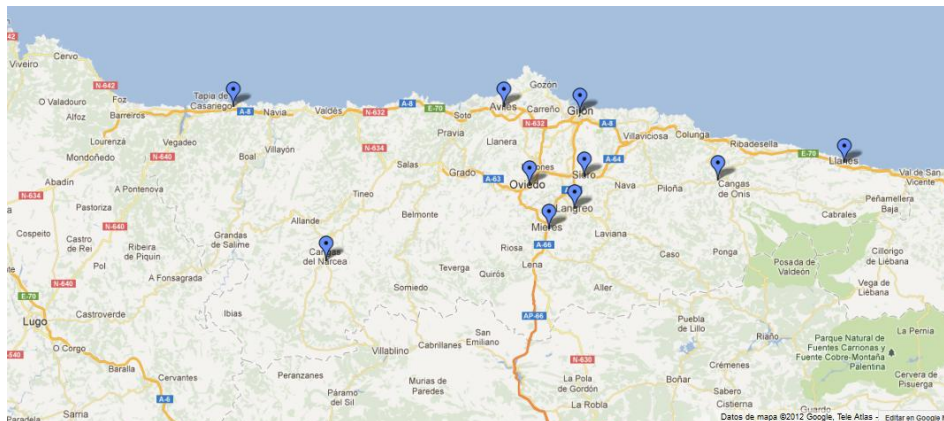


Figura 5. Solución para Asturias

6. CONCLUSIONES

De la aplicación del algoritmo genético, usando la función objetivo construida, se obtienen unas distribuciones determinadas para cada contexto. En el caso de Asturias, se puede comparar la distribución obtenida con el Algoritmo genético, con la distribución, actualmente existente, de los telecentros en toda la provincia. En el caso de Santa Elena, no se cuenta con un trabajo previo similar, que nos permita hacer una comparativa objetiva; pero en base al conocimiento del territorio se puede identificar la idoneidad de la solución obtenida.

En el caso de Asturias, la distribución que nos dio el algoritmo genético, propone la existencia de 6 puntos de acceso a servicios, cuando actualmente la red de telecentros asturianos cuenta con 105 telecentros. En el caso de Santa Elena, el algoritmo genético nos propone una distribución que implica la existencia de 5 puntos de acceso en el territorio estudiado. Según las zonas sobre el territorio donde se ha identificado la necesidad de un punto de acceso a servicios, se puede decir que el número es bastante acertado y la distribución sobre el territorio es buena aunque no las poblaciones específicas elegidas.

De este primer acercamiento, se puede reconocer la necesidad de incorporar otros parámetros a valorar en la función objetivo, como podrían ser las opciones de transporte público existente, las frecuencias de los mismos, la existencia de personas con discapacidades físicas, la vitalidad económica del sector, entre muchas otras posibles.

También se destaca aquí que en el caso de un país en desarrollo, el parámetro del costo de la implantación de un punto de acceso a servicios, tiene un mayor peso tal como se ha reflejado en la función objetivo, pero comparando los resultados obtenidos para Asturias con el número de telecentros existentes, se nota que en el caso de un país desarrollado el peso del costo de implantación no tiene tanto peso como el que se le dio en la función que se construyó.

Para obtener estos resultados, se realizó un interesante proceso previo en el marco de las tareas de extracción, transformación y carga de la información; que es el primer paso de este trabajo, donde se destaca la gran diferencia en obtener la información necesaria para dar una respuesta a la pregunta planteada inicialmente.

En el proceso de extracción de la información, en el caso del municipio de Santa Elena, las tareas realizadas son básicamente manuales, cuando para el caso de Asturias se cuenta con herramientas y servicios que automatizan la extracción de la información.

En el proceso de transformación de la información, es donde se observa claramente la diferencia en los dos contextos. En el caso de Santa Elena hay que hacer muchas transformaciones a la información extraída en el paso previo, mientras que en el caso de Asturias la información obtenida en la extracción, está casi lista para ser procesada por el algoritmo genético, necesitando en el caso de la distancia entre ciudades, simplemente la lectura de datos y la transformación a la unidad de tiempo requerida.

En Santa Elena, la transformación de la información, en el caso de la información sobre la población, es sobretodo eliminación de información que no se necesitaba. Aquí hay que anotar que a pesar de tener toda la base censal de la población, no se pudo obtener toda la información que se requería por falta de datos para identificar a todas las poblaciones dentro de la base censal. En el caso de la distancia, se hizo transformaciones de distancia en longitud a distancia en tiempo y luego se procesó esa información para encontrar el tiempo mínimo para ir de una población a otra.

A través de esta metodología se puede obtener una solución técnica para la distribución de puntos de acceso, basados en la información de dos variables como son la población de cada centro poblado y la distancia entre los mismos. Además se toma en consideración el costo de implantación de los puntos de acceso. Es de considerar las diferentes fuentes de datos para obtener la información requerida. Se destaca la considerable diferencia en el esfuerzo requerido, en ambos casos de estudio, para obtener la respuesta buscada.

7. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Politécnica de Madrid, a través de su “XII convocatorias de subvenciones para ayudas de acciones de cooperación” que está financiando el proyecto 29 TEDECO E-GOV-EC “Identificación de la realidad del Municipio de Santa Elena (Ecuador) para la implantación de e-Government”.

Al gobierno de Ecuador, a través de la “Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación” (SENESCYT) por apoyar este trabajo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alander, J. T. (1992). On optimal-population size of genetic algorithms. *Computer Systems and Software Engineering*. Vol. 1, pp. 65-70.
- Arifin, S. (2010). Location allocation problem using genetic algorithm and simulating annealing: A case study based on school in enschede. *Master's thesis, University of Twente*.
- Backus, M. (2001) E-Governance and Developing Countries. Introductions and Examples. IICD - Research Report. <http://www.iicd.org/about/publications/egovernance-and-developing-countries-introduction-and-examples/report3.pdf>. (recuperado 01/02/2013).
- Bhatnagar, P. S. (2002). E-government: Lessons from implementation in developing countries. *Working Papers id:3274, eSocialSciences*.
- Brandeau, M; Chiu, S. (1989) An Overview of Representative Problems in Location Research. *Management Science*. Vol. 35, No. 6, pp. 645-674.
- Carrion, H. (2009). Internet. Calidad y costos en Ecuador, 2009. *Imaginar*. Ecuador. http://www.imaginar.org/docs/internet_2009.pdf (recuperado 01/02/2013)

- Davis, L. (1991). Handbook of Genetic Algorithms. *Van Nostrand Reinhold*. New York
- De Jong, K. A. (1975). An analysis of the behavior of a class of genetic adaptive systems. *PhD thesis, Ann Arbor, MI, USA*. AAI7609381
- Goldberg, D. E. (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning. Addison-Wesley, Reading, MA.
- Grönlund, Å and Horan, T. A. (2005). Introducing e-Gov: History, Definitions and Issues. *Communications of the Association for Information Systems*. Vol. 15, No 39, pp 713 -729.
- Holland, J. H. (1975). Adpatation in Natural and Arti_cial Systems. University of Michigan Press, Ann Arbor, MI.
- IDEPA (2012). Demografía y población.
<http://www.idepa.es/sites/web/idepaweb/productos/cifras/demografia/index.jsp?codigo1=1&codigo2=0>
(recuperado el 12/07/2012)
- Kaufmann, M., editor (2008). Data Mining: Know It All. *Morgan Kaufmann*. ISBN 978-0-12-374629-0.
- SUPTEL, E. (2011). Datos de cuentas y usuarios de internet. *Superintendencia de Telecomunicaciones*. Ecuador. SUPTEL, E. (2011). http://www.supertel.gob.ec/pdf/estadisticas/acceso_internet_2011.xls
(recuperado el 22/06/2012)
- TATUM (2012). Informe de internet en España y en el mundo. *Informes Tatum de Internet*. España
http://www.tatum.es/intranet/tatum2003/fotos/pub_fichero573.pdf (recuperado el 01/02/2013)
- Weerakkody, V; El-Haddadeh, R; Sabol, T; Ghoneim, A; Dzungka, P (2012). E-government implementation strategies in developed and transition economies: A comparative study. *International Journal of Information Management*. Vol. 32, N° 1, pp 66 – 74.