

Revision of technical factibility after fusion of the two big providers of Healthcare

Lucy Gabriela Aragón Casas

Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, laragonc@pucp.edu.pe

Carmen Blancy Dávila Cajahuanca

Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, davila.cb@pucp.edu.pe

Eduardo Carbajal Lopez

Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, ecarbajal@pucp.edu.pe

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the proper location of the infrastructure of the health sector, after signing the unification agreement of health services provided by the two largest providers of Peru. First, we evaluate the current status of each supplier, and then we analyzed the optimal allocation of joint infrastructure. It uses integer linear programming models and heuristics for numerical analysis, allowing the comparison between the hypothesis and reality. We conclude that one of the suppliers has insufficient infrastructure to meet demand, while the other one has sufficient infrastructure. Finally, the results show that the services could meet together in time and distance the demand.

Keywords: healthcare, facilities, optimal location.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es analizar la adecuada ubicación geográfica de la infraestructura del sector salud, luego de firmado el convenio de unificación de los servicios de salud brindados por los dos proveedores más grandes del Perú. En primer lugar, se evalúa la situación actual de cada proveedor, seguidamente se analiza la distribución óptima de la infraestructura conjunta. Se emplea modelos de programación lineal entera y heurística para realizar el análisis numérico, lo que permite contrastar la hipótesis con la realidad. Se concluye que uno de los proveedores tiene una infraestructura insuficiente para atender a su demanda, mientras que el otro tiene una infraestructura suficiente. Finalmente, los resultados muestran que los servicios en conjunto podrían atender en tiempos y distancias óptimas a la demanda.

Palabras claves: salud, infraestructura, localización óptima

1. INTRODUCCIÓN

Existe un Convenio establecido en el 2011, que unifica los servicios que brindan el Seguro Social de Salud (ESSALUD) y el Ministerio de Salud del Perú (MINSA), a través del Seguro Integral de Salud (SIS). El objetivo de este Convenio es el intercambio prestacional de servicios que incluyen atenciones y hasta operaciones con la única finalidad de incrementar la cobertura de salud y fortalecer la capacidad de los establecimientos de ambas instituciones. El marco conceptual de la propuesta de Seguridad Social Universal para todos, establece básicamente los siguientes tres criterios: el enfoque de Seguridad Social Universal en Salud está basado en los derechos humanos y en la responsabilidad política de los Estados para la garantía de su ejercicio pleno. El segundo criterio indica que los principios que lo guían son la solidaridad, la universalidad, la igualdad, la unidad, la integralidad y la autonomía. El tercer criterio establece que la sostenibilidad debe estar planteada de la siguiente manera: "De cada quien según su capacidad y a cada quien según su necesidad".

Este Convenio, ha generado controversia sobre diversos aspectos, principalmente por la desigualdad de beneficios. Los empleados formales aportan económicamente a ESSALUD, mientras que los usuarios de MINSA no aportan económicamente. El problema de la unión de ambos proveedores es muy complejo. Creemos que desde nuestra esquina de la Ingeniería Industrial podemos aportar con un estudio y análisis de uno de los aspectos técnicos de esta decisión, nos referimos al relacionado con la correcta ubicación geográfica de la infraestructura de ambas instituciones.

En el 2012, se realizó un estudio sobre la ubicación geográfica de los hospitales del MINSA. En dicho estudio se consideró el concepto de justicia territorial por medio del cual se localizaba los centros hospitalarios priorizando las poblaciones más pobres en cumplimiento del principio de igualdad proporcional. El resultado del estudio determinó que la infraestructura actual del MINSA era insuficiente. Se observó la necesidad de construir tres nuevos hospitales de nivel I en Lima Metropolitana.

En el presente estudio, se tiene como objetivo analizar la actual ubicación geográfica de la infraestructura de ESSALUD, llámese hospitales o centros médicos. Luego se estudia la ubicación geográfica de la infraestructura conjunta del MINSA y ESSALUD, tal como lo establece la ley.

A continuación se revisará la situación actual del MINSA y ESSALUD. Así también, se revisará los estudios que tratan los modelos matemáticos de ubicación geográfica de instalaciones a emplear en el análisis numérico. Estos estudios, son aquellos que consideramos los más relevantes para este artículo. Luego se presentarán los modelos matemáticos de programación entera utilizados para localizar los hospitales y centros de salud. Seguidamente, se discuten las premisas y los resultados del análisis numérico. Finalmente, se presentan las conclusiones.

2. ANTECEDENTES

2.1 LOS SERVICIOS DE SALUD EN PERÚ

Los inicios de ESSALUD datan de 1936, cuando se creó el Seguro Social Obrero Obligatorio, el cual se ha ido modificando hasta llegar al modelo actual. Actualmente, ESSALUD es un organismo público descentralizado que tiene por finalidad dar cobertura a los asegurados y sus derechohabientes, a través del otorgamiento de prestaciones de prevención, promoción, recuperación, rehabilitación, prestaciones económicas, y prestaciones. ESSALUD cubre aproximadamente el 30% de la población del país. Según el Plan estratégico presentado el 2011, esta institución enfrenta un escenario sanitario crítico por un incremento de la demanda por envejecimiento poblacional e incremento de las enfermedades crónicas no transmisibles, fallas estructurales de diseño de la oferta de servicios, en favor de la atención curativa recuperativa, escaso desarrollo de la atención primaria de salud, desafío a la sostenibilidad financiera en un escenario de crecimiento de la población asegurada y un déficit estructural de oferta de infraestructura y recursos humanos. En la ciudad de Lima Metropolitana ESSALUD cuenta con 14 hospitales, los cuales constituyen la infraestructura de mayor importancia por capacidad y servicios brindados (ESSALUD, 2012).

Los inicios del MINSA datan de 1935, cuando se creó el Ministerio de Salud Pública, Trabajo y Previsión Social. En el 2001, MINSA crea el Seguro Integral de Salud (SIS), como Organismo Público Ejecutor (OPE). El SIS tiene como finalidad proteger la salud de los Peruanos que no cuentan con un seguro de salud, priorizando aquellas poblaciones vulnerables que se encuentran en situación de pobreza y pobreza extrema. (web SIS). MINSA cuenta en Lima Metropolitana con siete instalaciones del tipo hospitales con internamiento, los cuales son los más grandes y completos en términos de servicios brindados.

2.2 EL MODELO DE OPTIMIZACIÓN

El problema de la ubicación geográfica óptima de instalaciones se ha venido tratando principalmente con modelos matemáticos y técnicas de investigación de operaciones (Owen y Daskin, 1998). Aunque con el pasar del tiempo se ha producido una gran cantidad de modelos con variaciones en los supuestos originales, la clasificación se basa aún en los supuestos básicos de los modelos iniciales. Es por ello que revisaremos los tipos de modelos más representativos y comentaremos como ejemplo los modelos iniciales.

Uno de los primeros modelos data de 1961, desarrollado por Balinski. Actualmente a ese tipo de modelos se le distingue por ser de carácter discreto y se les conoce como modelos de localización óptima básicos, en resumen estos consideran un solo producto con instalaciones de capacidad limitada o ilimitada. (Klibi et al., 2010). En el sector salud existen tres modelos básicos para la localización de instalaciones: el modelo de cobertura, el modelo de máxima cobertura y el modelo de la P-mediana (Daskin y Dean, 2004). En estos modelos, la demanda agregada se concentra en un número finito de puntos discretos y se asume que hay una cantidad finita de puntos discretos donde se puede ubicar las instalaciones para brindar el servicio de salud.

Los modelos de Cobertura buscan elegir las instalaciones en los lugares disponibles, de modo que toda la demanda sea cubierta (Toregas, et al., 1971). En los modelos de Máxima Cobertura se maximiza la población cubierta sujeta a una disponibilidad limitada de ambulancias (Church y ReVelle, 1974). En general, los modelos de máxima cobertura, maximizan el total de personas servidas dentro de una distancia máxima, dado el número fijo de instalaciones o limitaciones de presupuesto. Una variación del modelo previo es la localización de máxima cobertura capacitado que permite asignación múltiple. Según este modelo la demanda de los clientes puede ser servida por varias instalaciones debido a que las variables de asignación son continuas (Haghani, 1996). La importancia de la capacidad, como una variable de decisión en los problemas de localización, fue reconocida desde 1972 en el estudio de Elson. El modelo de máxima cobertura capacitado que considera la expansión de la capacidad de las instalaciones como variable continua muestra la vigencia de su importancia (Verter y Dincer, 1995).

El modelo de la P- mediana (Hakimi, 1964) minimiza la demanda ponderada con la distancia promedio. Este modelo considera que el cliente tiene que viajar una cierta distancia para recibir un servicio. En el caso de los estudios del sector salud se considera el tiempo que tiene que viajar el paciente para lograr su atención.

El otro grupo de modelos son los probabilísticos, estos modelos consideran que la incertidumbre y la información imperfecta afectan la respuesta esperada. Los modelos probabilísticos son clasificados en aleatorios, de peligro y de gran incertidumbre (Klibi et al., 2010).

3. LA FORMULACIÓN DEL MODELO

Este estudio considera en el análisis numérico los siguientes modelos de localización: Modelo de Máxima Cobertura, el Modelo P- Mediana y un Modelo Heurístico.

El primer modelo usado es el de Máxima Cobertura, al cual se adiciona una restricción para limitar el tiempo de recorrido por una persona entre su distrito y el hospital. Se definen las siguientes variables para este modelo:

I = conjunto de distritos con demanda

J = conjunto de distritos candidatos para ubicar los hospitales

h_i = demanda del distrito i

$$Z_i = \begin{cases} 1 & \text{si la demanda del distrito } i \text{ es cubierta} \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si la demanda del distrito } i \text{ puede ser cubierta por un hospital en el distrito } j \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{si el hospital del distrito } j \text{ es utilizado} \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

P = número de hospitales a ubicar geográficamente

T = tiempo límite para el recorrido del paciente

t_{ij} = tiempo de recorrido entre el distrito i y el hospital j

Con esta notación el modelo es formulado como sigue:

$$\text{Maximizar } \sum_{i \in I} h_i Z_i \quad (1)$$

$$\text{Sujeto a } Z_i - \sum_{j \in J} a_{ij} X_j \leq 0 \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J} X_j = P \quad (3)$$

$$t_{ij} a_{ij} \leq T \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (4)$$

$$X_j - a_{ij} \geq 0 \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (5)$$

$$\sum_{j \in J} a_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (6)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (7)$$

$$Z_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \quad (8)$$

La función objetivo (1) maximiza la demanda cubierta por los hospitales que se abrirían. La restricción (2) limita que la demanda del distrito i no puede ser considerada como cubierta, mientras no se le asigne un hospital j que lo cubra. La restricción (3) limita el número de hospitales que se pueden abrir. La restricción (4) limita el tiempo recorrido entre i (que representa al distrito origen) y j (que representa al distrito destino, hospital). La restricción (5) limita que si se asigna a un distrito i para que sea atendido en un hospital j , entonces el hospital tiene que abrirse. La restricción (6) limita que la demanda tiene que ser atendida sólo por un hospital.

El modelo de la P-mediana es el segundo modelo. Mediante esta formulación se encuentra la ubicación de un número determinado de instalaciones para minimizar la demanda afectada por la distancia. Es decir, se busca minimizar el tiempo total de recorrido del cliente para recibir el servicio. A diferencia del modelo anterior, en este caso toda la demanda es cubierta. A continuación se definen las variables adicionales:

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si la demanda del distrito } i \text{ es asignada al hospital en el distrito candidato } j \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

Con esta notación el modelo es formulado como sigue:

$$\text{Minimize } \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} h_i t_{ij} Y_{ij} \quad (9)$$

Sujeto a

$$\sum_{j \in J} Y_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (10)$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0 \quad \forall i \in I; \forall j \in J \quad (11)$$

$$\sum_{j \in J} X_j = P \quad \forall j \in J \quad (12)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (13)$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I; \forall j \in J \quad (14)$$

En este modelo la función objetivo (9) minimiza la demanda multiplicada por un factor de tiempo. La demanda se considera constante. La restricción (10) establece que cada punto de demanda debe ser asignado exactamente a un hospital. La restricción (11) obliga que cada punto de demanda sea asignado solamente a un punto geográfico si este punto tiene un hospital asignado. La restricción (12) establece la cantidad exacta de hospitales que se van a construir. Las restricciones (13) y (14) definen la característica binaria de las variables.

4. ANÁLISIS NUMÉRICO

En este estudio el análisis numérico considerará la localización óptima de la infraestructura de los proveedores de salud en la ciudad de Lima Metropolitana. En primer lugar se analiza la localización óptima de la infraestructura del MINSA y se compara con la situación actual. Este análisis se basa en los resultados obtenidos en el estudio Localización Óptima de hospitales en Lima (Aragon, L., *et.al.*, 2012). En segundo lugar, se halla la localización óptima de la infraestructura de ESSALUD y se compara con la localización actual. Por último, se halla la localización óptima de la infraestructura resultante de la unificación de ambas instituciones a través de un método heurístico y se analiza la factibilidad de dicha decisión.

4.1 ANÁLISIS DEL MINSA

En el estudio Localización Óptima de hospitales en Lima (Aragon, L., *et.al.*, 2012) se determinó que la población que utiliza los servicios de salud del MINSA son aquellos que no se encuentran afiliados a ESSALUD o a algún seguro de salud privado. Se utilizó la información obtenida en el Sistema de Focalización de Hogares (SISFOH) para determinar la demanda en cada distrito de Lima Metropolitana y su prioridad. Esta demanda esta constituida por la población mas pobre de cada distrito.

Se utilizaron dos modelos de programación lineal entera para hallar la localización óptima de los hospitales. A partir de los resultados obtenidos con el modelo de Maxima Cobertura, se concluyó que se necesitaría localizar 10 hospitales con la finalidad de cubrir toda la demanda. Este modelo considera un tiempo de traslado del paciente del centroide de su distrito hacia el hospital no mayor a 20 minutos. Actualmente, MINSA cuenta con 7 hospitales, es decir se tiene un deficit de 3 hospitales. Los hospitales faltantes deberian ubicarse en los siguientes distritos: Lurigancho, San Juan de Miraflores y Santa Anita.

Los resultados del segundo modelo de localización óptima, P-mediana, mostraron que de igual manera existe un deficit en el numero de hospitales para atender a toda la demanda. Estos hospitales deberían ubicarse en San Juan de Miraflores y Villa el Salvador, como se muestra en la Tabla 1. Este modelo busca minimizar el tiempo de traslado del paciente, obteniendose 18.3 minutos en promedio para dicha variable.

Tabla 1: Hospitales requeridos (con factor de pobreza)

Hospital	Lima	Ate	Comas	Lurigancho	Puente Piedra	San Juan de Miraflores	Villa el Salvador
Capacidad requerida (población)	478,604	224,294	362,633	90,085	138,853	543,208	336,875

4.2 ANÁLISIS DE ESSALUD

Esta institución cuenta con dos tipos de infraestructura: hospitales y centros médicos. Ambos, se agrupan en tres redes asistenciales: Red asistencial Almenara, Red asistencial Rebagliati y Red Asistencial Sabogal. Mediante este sistema de redes asistenciales, ESSALUD agrupa a sus asegurados y les asigna centro médico y hospital en el cual le corresponde atenderse. Los asegurados acuden en primer lugar a los centros médicos, dependiendo de la complejidad o gravedad del paciente, estos son derivados a los hospitales. A continuación se analizará por separado estos dos tipos de infraestructura.

4.2.1 HOSPITALES

Maximizando la cobertura de la demanda:

En el primer estudio se busca determinar en que medida la infraestructura actual puede cubrir la demanda en un tiempo y distancia establecido. Se emplea como base el modelo de Máxima Cobertura, las distancias y tiempos de traslado se hallan considerando la ubicación geográfica de un punto central del distrito (ubicación geográfica de la Municipalidad) y la ubicación geográfica del hospital. En los casos en que el distrito haya sido subdividido, se halla el punto central del área del distrito con el empleo de un Modelo Heurístico.

La Tabla 2 muestra los resultados del modelo de Máxima Cobertura. Allí se observa que la cobertura para un tiempo de traslado máximo de 20 minutos es 91.2%. Esta cobertura es superior a la obtenida por el MINSA (75%) para el mismo tiempo de traslado. En cuanto a la distancia, para 20 Km, se observa que el porcentaje de cobertura es alto, 99.3%.

Otro aspecto a mencionar sobre los resultados es el efecto de la congestión vehicular sobre los resultados. Es así que se observa que el ratio del tiempo de traslado sobre distancia recorrida se incrementa a medida que la distancia de traslado disminuye. La ciudad de Lima es caracterizada por tener mucha congestión vehicular, por lo que los resultados del modelo que considera el tiempo en lugar de la distancia como restricción es mejor.

Tabla 2: Resultados del Modelo de Máxima Cobertura - Hospitales

	Tiempo 10 min.	Tiempo 20 min	Tiempo 30 min	Distancia 10 Km	Distancia 20 Km	Distancia 30 Km
Cantidad de distritos no cubiertos	44	14	8	20	8	2
Asegurados Total no cubiertos	2'228,698	383,237	163,225	584,850	31,755	3,979
Asegurados Total Cubiertos	2'109,938	3'955,399	4'175,411	3'753,776	4'306,871	4'334,647
% de Cobertura	48.6%	91.2%	96.2%	86.5%	99.3%	99.9%

Minimización del tiempo de traslado:

El segundo modelo que se utiliza busca minimizar el tiempo (o distancia) de traslado del asegurado desde el centro de su distrito hasta el hospital. Este modelo se basó en el modelo P-mediana. Con este modelo se podrá determinar si la actual asignación de los distritos a los hospitales de ESSALUD es óptima y si la asignación de los distritos a las redes hospitalarias es óptima.

Los resultados obtenidos indican que en promedio el tiempo de traslado del asegurado es de 11.9 minutos y la distancia recorrida es de 5.6 Km. Catorce distritos tienen un tiempo mayor a 20 minutos y 8 distritos tienen un tiempo mayor a 30 minutos. El distrito de Cieneguilla es el que tiene el mayor tiempo de traslado, 43 minutos.

Si se toma en cuenta la distancia recorrida en lugar del tiempo, los resultados muestran que 10 distritos tienen un hospital a una distancia de recorrido mayor a 20 km y 2 distritos mayor a 30 Km. Los distritos con las distancias de recorrido mayores son Pucusana y Santa María.

En la Tabla 3 se muestra los distritos que son asignados a hospitales que no pertenecen a las redes asistenciales actuales.

Tabla 3: Asignación óptima de los distritos a las Redes asistenciales (Hospitales)

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14
D1														
D2														
D3														
D4														
D5														
D6														
D7														
D8										T-K				
D9										T				
D10										T				
D11										T				
D12														
D13														
D14														
D15														
D16														
D17														
D18														K
D19														
D20										T				
D21														
D22														
D23			T-K											
D24														
D25														
D26														
D27														
D28														
D29														
D30														
D31														
D32														
D33														
D34														
D35			T-K											
D36														
D37														
D38														
D39														
D40														
D41														
D42														
D43														
D44														
D45														
D46														
D47														
D48														
D49														
D50														
D51														
D52														
D53														
D54														
D55														
D56														
D57														
D58						T-K								
D59														
D60														
D61						T								
D62														
D63														
D64														
D65														
D66														
D67														
D68														
D69														
D70														
D71														
D72														
D73														
D74														
D75						T								
D76						T-K								
D77														

El area resaltada en amarillo pertenece a la Red Asistencial Almenara, el verde a la Red Rebagliati y el naranja a la Red Sabogal. Las cuadrículas rojas indican los distritos que según el modelo deberían ser asignados a una red diferente a la actual. La letra T y K, indican que el resultado se obtuvo considerando minimizar el tiempo y la distancia respectivamente. Las cuadrículas rosadas indican que el distrito podría ser asignado a la Red Asistencial actual o a la hallada con la optimización.

4.2.2 CENTROS MÉDICOS

Maximizando la cobertura de la demanda:

Se corrió el modelo de Maxima Cobertura, considerando la ubicación geográfica de los 30 centros médicos de ESSALUD y la ubicación geográfica de la Municipalidad de cada distrito como lugar promedio de ubicación de los asegurados. En el caso de los distritos divididos por ESSALUD se halló de manera heurística un punto medio de referencia.

Los resultados se muestran en la Tabla 4. Se observa que la cobertura para un tiempo de traslado máximo de 20 minutos del 98.4%, y para una distancia de recorrido máxima de 20 Km se obtiene una cobertura de 99.8%. Ambas coberturas son superiores a las halladas para MINSAL.

Tabla 4: Resultados del Modelo de Máxima Cobertura – Centros médicos

	Tiempo 10 min.	Tiempo 20 min	Tiempo 30 min	Distancia 10 Km	Distancia 20 Km	Distancia 30 Km
Cantidad de distritos no cubiertos	19	7	2	11	2	1
Asegurados Total no cubiertos	860,676	68,571	10,340	192,181	10,340	3,295
Asegurados Total Cubiertos	3'477,960	4'270,065	4'328,296	4'146,455	4'328,296	4'335,341
% de Cobertura	80.2%	98.4%	99.8%	95.6%	99.8%	99.9%

Minimización del factor tiempo-distancia:

Para optimizar el tiempo de traslado (o la distancia recorrida) del asegurado hasta el centro médico, se utilizó el modelo P-mediana. Se observa que la asignación realizada por ESSALUD es similar a la óptima tanto para el modelo que considera tiempo de traslado como para el modelo que minimiza la distancia recorrida. Los resultados obtenidos muestran que en promedio el tiempo que el asegurado se traslada para llegar al Centro Médico más próximo es 8.3 minutos y la distancia recorrida es de 3.5 Km. Nueve de los setenta y siete distritos tienen un tiempo de traslado mayor a 20 minutos y 3 distritos mayor a 30 minutos. El distrito de Cieneguilla es el que tiene el mayor tiempo de recorrido, 50 minutos.

Los resultados del modelo que minimiza la distancia recorrida muestran que sólo 2 distritos tienen una distancia mayor a 20 km y 1 distrito tienen una distancia mayor a 30 km. Los distritos que se encuentran a mayor distancia de un centro médico son Pucusana y Cieneguilla. En la Tabla 5 se muestran las correspondencias entre los distritos y los centros médicos.

Al igual que en los resultados analizados en la Tabla 3, se observa que el distrito 18 (Independencia) está asignado a la Red Almenara, sin embargo si queremos optimizar el tiempo y la distancia recorrida por el asegurado debería estar asignado a la Red Rebagliati y específicamente al hospital 1 (Octavio Mongrut Muñoz) y al centro médico 31 (UBAP Los Olivos).

4.3 ANÁLISIS DE LA FUSION

Como se observa en los dos análisis anteriores, el MINSAL no tiene una cobertura amplia en cuanto a hospitales (75%), mientras que ESSALUD si tiene una cobertura mayor al 90 %. En el presente análisis se verificará si la población que no está siendo óptimamente atendida del MINSAL podría ser atendida óptimamente en los hospitales de ESSALUD.

A partir del análisis de la infraestructura y demanda unificada se obtiene que ESSALUD cuenta con infraestructura que podría atender la demanda no coberturada de MINSA dentro de los tiempos y distancias recomendados.

Desde el punto de vista de ubicación geográfica, este estudio muestra que es factible la unificación, sólo faltaría realizar modificaciones menores a la infraestructura, principalmente a la asignación de las poblaciones demandantes a los hospitales existentes. Queda pendiente para futuros estudios analizar la viabilidad del convenio con relación a los otros aspectos del problema.

Según el análisis ESSALUD no cuenta con déficit de infraestructura hospitalaria para cubrir la demanda de Lima y Callao en los tiempos óptimos, por lo tanto las deficiencias que se observan se deberían a otros factores que tendrían que analizarse (operacionales, administrativos o déficit de recursos).

REFERENCIAS

- Church, R.L. and ReVelle, C. (1974). "The maximal covering location problem". *Papers of the Regional Science Association*, Vol. 32, pp. 101-118.
- Daskin, M.S., and Dean, L.K. (2004). "Location of health care facilities". Department of Industrial Engineering and Management Sciences, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA.
- Haghani, A. (1996). "Capacitated maximum covering location models: Formulations and solution procedures". *Journal of advanced transportation*, Vol. 30, No 3, pp. 101-136.
- Hakimi, S.L. (1964). "Optimum Locations of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph". *Operations Research*, Vol. 12, No. 3, pp. 450-459.
- Klibi, W., Martel, A. and Guitouni, A. (2010). The design of robust value-creating supply chain networks: A critical review. *European Journal of Operations Research*, Vol. 203, pp. 283-293.
- Ministerio de Economía y Finanzas, República del Perú. (2011). Sistema de focalización de hogares, <http://sisfoh.mef.gob.pe/>, 02/22/12.
- Ministerio de Salud, República del Perú. (2011). Registro de Hospitales por ubicación geográfica. <http://www.app.MINSA.gob.pe/>, 02/22/12.
- Owen, S.H. and Daskin, M.S. (1998). "Strategic facility location: A review". *European Journal of Operation Research*, Vol. 111, No 3, pp. 423-447.
- Seguro Social de Salud (ESSALUD). (2012). Plan Estratégico institucional 2012-2016. Disponible en: <http://www.essalud.gob.pe/> (Accesado el 12 de marzo del 2013).
- Toregas C., Swain, R., ReVelle, C. and Bergman L. (1971). "The location of emergency service facilities". *Operations Research*. Vol. 19, No 6, pp. 1363-1373.
- Verter, V. and Dincer, C., (1995). Facility location and capacity acquisition: An integrated approach. *Naval Research Logistics*, Vol. 42, pp. 1141-1160.

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.