

UNIVERSIDAD DE SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Posgrado

Título de la tesis
Equidad espacial en atención Primaria en salud,
Municipio León Nicaragua.

Autor
Santos German Betancourth Espinales

Tesis de grado presentada como requisito para optar al título de Maestría
Internacional en Sistemas de Información Geográfico SIG.

Quito
11-06-2011

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Postgrados**

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

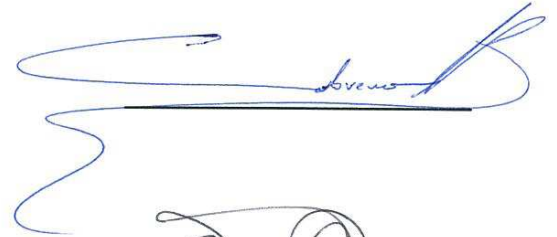
**Equidad espacial en atención Primaria en salud, Municipio León
Nicaragua**

Santos German Betancourth Espinales

Richard Resl. MSc.,
Director de Tesis
Director del Programa de Maestría en
Sistemas de Información Geográfica



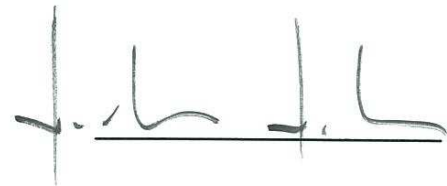
Pablo Cabrera
Miembro del Comité de Tesis



Stella de la Torre, Ph.D.,
Decana del Colegio de
Ciencias Biológicas y Ambientales



Victor Viteri Breedy, Ph.D.,
Decano del Colegio de Postgrados



Quito, julio de 2011

Derechos de autor
Santos German Betancourth Espinales
Quito 2011

Resumen.

Uno de los análisis claves que se realizan con los Sistemas de Información Geográfico (SIG) es localizar en el territorio los puntos más idóneos en que deben construirse los equipamientos de servicios que faciliten a los ciudadanos un acceso con mayor **eficiencia y equidad**. En los casos en que los equipamientos ya están construidos, un SIG cuenta con las herramientas necesarias que ayudan en la delimitación de las zonas que deben ser asignadas a las unidades de servicio y así reducir los tiempos de accesibilidad y ampliar las coberturas. El espíritu de estos análisis es contribuir en la reducción de la inequidad espacial producto de la desigualdad en los tiempos de desplazamiento de los usuarios hacia los centros de servicios.

El tema de estudio de este trabajo de tesis trata de la **Equidad espacial en la Atención Primaria de la red de Salud (APS) en el Municipio de León Nicaragua**. Los análisis se realizaron aplicando modelos de asignación basado en la distancia planimétrica entre la casa en que residen los usuarios y la ubicación de las unidades de salud. Otro análisis realizado es con base a la zonificación de los tres centros principales de la red de salud del Municipio. Las capas derivadas de estos dos análisis se sobre pusieron para conocer el aprovechamiento que se esta logrando mediante la división territorial, versus la cobertura que se alcanzaría si los servicios se brindan de acuerdo al potencial según la unidad de salud mas cercana en relación al lugar de residencia de los ciudadanos.

Abstract

One of the key analyses that are realized by the Geographical information systems (SIG) is to locate in the territory the most suitable points in which there must be constructed the equipments of services that facilitate an access to the citizens with major efficiency and equity. In the cases in which the equipments already are constructed, a SIG relies on the necessary tools that they help in the delimiting of the zones that they must be assigned to the units of service and this way to reduce the times of accessibility and to extend the coverages. The spirit of these analyses is to contribute in the reduction of the spatial inequity product of the inequality in the times of displacement of the users towards the centers of services.

The topic of this work speaks about the spatial Equity in the Primary care of the network of Health (APS) in León's Municipality, Nicaragua. The analyses were realized applying models of assignment based on the planimetric distance between the houses of residence the users and the location of the units of health. Another realized analysis went with base to the zoning of three principal centers of the network of health of Leon's Municipality. The caps derived from these two analyses on put to know the utilization managing by means of the local government organization, versus the coverage that would be reached if the services are offered in agreement to the potential according to the most nearby unit of health in relation to the place of residence of the citizens.

Índice

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	6
III. JUSTIFICACIÓN.....	7
III. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	8
3.1 DEMOGRAFÍA.....	8
3.2 COMPONENTES PRINCIPALES DE LOS SISTEMAS DE VIGILANCIA DEMOGRÁFICO Y DE SALUD Y EL PAPEL DE UN SIG.....	9
3.3 ALGUNOS DETERMINANTES PARA DEFINIR LOCALIZACIONES OPTIMAS DE UNIDADES DE SALUD. ...	13
3.4 LOS MODELOS Y SU IMPORTANCIA.....	14
3.5 PRINCIPALES REGULADORES DE UN MODELO DE ASIGNACIÓN.....	18
3.5.1 <i>El rol de la distancia</i>	18
3.5.2 <i>El rol del tiempo</i>	21
3.5.3 <i>Topología de los datos</i>	24
3.6 GUÍA DE MONITOREO AL DESEMPEÑO DE LAS UNIDADES DE SALUD (MODUS).....	27
IV. METODOLOGÍA.....	28
4.1 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	28
4.2 HERRAMIENTA Y DATOS ESPACIALES UTILIZADOS EN LOS MODELOS.....	30
4.3 DIAGNOSTICO EN LAS UNIDADES DE SALUD Y RESULTADOS.....	31
4.4 CONSTRUCCIÓN DE LAS CAPAS DE DATOS ESPACIALES UTILIZADAS EN EL ESTUDIO.....	35
V. ANALISIS DE RESULTADOS.....	37
5.1 CAPAS DE DATOS ESPACIALES Y TEMÁTICOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO.....	37
5.2 UNIDADES DE LA RED DE SALUD Y POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	38
5.3 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS EDIFICACIONES EN EL MUNICIPIO.....	39
5.4 PROPORCIÓN DE POBLACIÓN POR INTERVALO DE TIEMPO DE DESPLAZAMIENTO A LA UNIDAD DE SALUD.....	41
5.4.1 <i>Proporción de población por intervalo de tiempo en relación a la Unidad de Salud más cercana</i>	41
5.4.2 <i>Proporción de población por intervalo de tiempo a la unidad de salud territorialmente asignado</i>	48
5.4.3 <i>Incremento de cobertura mediante la construcción de nuevos segmentos de caminos</i>	56
VI. CONCLUSIONES.....	57
XII. RECOMENDACIONES.....	58
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXOS.....	62

I. Introducción

El Municipio de León tiene una extensión territorial de 820 km², se estima que existen 50,287 edificaciones y según el censo del año 2005, la población es 173,996. Actualmente el Ministerio de Salud Pública cuenta con 30 unidades de salud distribuidas espacialmente en el territorio del Municipio.

Un componente clave de los esfuerzos que se realizan en busca de reducir la brecha de la desigualdad de oportunidades de desarrollo, consiste en brindar a todos los ciudadanos el derecho de acceder oportunamente o al menos satisfactoriamente a los servicios de salud. Conocer el grado de desigualdad sobre este derecho y a su vez establecer estrategias para reivindicarlo requiere de acudir a un análisis basado en el concepto conocido como **equidad espacial**.

Este concepto permite analizar la **exclusión** de los ciudadanos derivada de los tiempos que invierte en desplazarse para tener **acceso a los servicios**. Las variables que definen el grado de equidad espacial se basan en la distancia entre el lugar de residencia de los ciudadanos y el lugar en que se encuentran instalados estos servicios. Las personas que no logran acudir a los equipamientos, al menos en un tiempo prudencial, son conglomerados de población que se clasifican como desterritorializados.

La **accesibilidad** a los servicios es determinada en gran medida por la topología, tipo y estado de los caminos. Los obstáculos naturales son otro factor que se interpone como impedimentos que incrementan los **tiempos** que los usuarios invierten para acceder a los servicios o a realizar sus actividades comerciales en el mercado etc. Esto explica la prioridad que debe tener la inversión en la infraestructura de la red vial ya existente y para construir nuevos segmentos que reduzcan los tiempos de accesibilidad de los ciudadanos a los equipamientos de servicio.

Actualmente en la zona de occidente del país y quizás a nivel nacional este concepto es muy poco tomado en cuenta como indicador para mejorar estrategias de ordenamiento del territorio particularmente en el campo de la salud preventiva. Este trabajo se enfoca en analizar la accesibilidad que tienen los ciudadanos del Municipio de León a las unidades asistenciales de la red de salud y se hace con base al tiempo de desplazamiento a la unidad de salud más cercana y según la división territorial comunitaria en que se brindan estos servicios a la población.

A demás de analizar las coberturas se realizan algunas demostraciones sencillas para evaluar opciones relacionadas a la toma de decisiones encaminadas a la ampliación de las coberturas en las unidades de salud existentes. Estas demostraciones se realizan para conocer el incremento de cobertura de las unidades de salud mediante la construcción de nuevos segmentos de caminos en la comunidad. Son ejercicios sencillos que ayudan a predecir la población beneficiada con la apertura nuevas vías de acceso en la comunidad.

Es un tema relevante por su importancia en la atención oportuna a las demandas en salud. El tiempo de llegada de un paciente a la unidad de salud puede, en casos especiales, ser la diferencia entre la vida o la muerte.

La información espacial utilizada en este estudio es un **Sistemas de Información Geográfica SIG** desarrollado, en el sistema de coordenadas UTM WGS 84, que bajo nuestra conducción técnica se ha venido construyendo a lo largo de varios años para el monitoreo demográfico y de salud en el Municipio de León.

Una motivación de este estudio se impulsa en los esfuerzos que en la actualidad se realizan en el Municipio de León a fin mejorar la accesibilidad de la comunidad a los servicios de salud, iniciativa que es parte de las metas estratégicas en la prestación de servicios orientados a mejorar el bienestar de la población particularmente los mas vulnerables.

Realizar estos análisis espaciales del territorio con las herramientas informáticas convencionales hasta hoy utilizadas por el ministerio de salud en sus sistemas de información, no resulta muy práctico. Muchos países enfrentan esta limitante lo que ha contribuido a desarrollar un creciente impulso de sensibilización en las autoridades de salud sobre la importancia de procesar y analizar espacialmente la temática de la salud mediante **Sistemas de Información Geográfica SIG**. En efecto **SIG** se ha venido implementando en el sector salud en muchos temas, entre ellos se pueden mencionar:

- El descubrimiento de nuevos patrones y relaciones geográficas en los datos, mostrándolos en mapas, que son un medio más expresivo y visual.
- El desarrollo de reuniones técnicas y congresos dedicados a los SIG en salud pública.
- La inclusión del tema de los SIG en eventos científicos de epidemiología y salud pública.
- La publicación de un número significativo de artículos dedicados a ejemplificar las potencialidades y usos de los SIG en diversos ámbitos, desde los estudios epidemiológicos, la gestión de salud pública y el mejoramiento de la salud comunitaria, entre otros.
- Otros escenarios de usos relacionados es el número creciente de estudios y proyectos en salud efectuados por grupos académicos, de los servicios de salud, que incluyen el uso de SIG como herramienta de análisis y de comunicación de resultados a público especializado y público más amplio.

El uso de SIG en el presente estudio es quizás un intento interesante para aportar un poco en la sensibilización de las potencialidades de estos sistemas a favor de las instituciones cuyas metas es ofrecer servicios con más eficiencia y equidad a la

comunidad particularmente el Ministerio de Salud. Este estudio se ha realizado aplicando **modelos censillos de asignación** mediante la herramientas de **Network Analyst de Arcgis 9.3**.

Se espera que los resultados de este estudio sean de interés de las autoridades principales del ministerio de salud en el Municipio, que contribuya a motivar el interés en desarrollar esta tecnología como herramienta de modernización en el sistema informático territorial en muchos campos en la gestión en salud.

II. Pregunta de investigación.

Un elemento esencial de los derechos de equidad en salud es la atención oportuna al paciente. Los factores que condicionan este derecho son muchos, entre ellos se destaca el ***tiempo que demora el paciente en llegar, del lugar de residencia, a la unidad de salud.***

A pesar de que no todos los ciudadanos pueden tener igual grado de accesibilidad, a causa de que la población no reside simétricamente en el espacio, unas áreas están más densamente pobladas y en otras la población vive dispersa, la equidad puede considerarse satisfactoria cuando la mayor cantidad de población tiene acceso oportuno a los servicios de la red de salud. Dada la importancia de este derecho, surge una pregunta que se tradujo en el tema de análisis en este trabajo de tesis.

¿Existe un nivel satisfactorio de equidad⁽¹⁾ en los tiempos de llegada de los pacientes a las unidades de la red de atención primaria de salud?

⁽¹⁾ En este estudio, equidad de acceso a los servicios, se considera satisfactorio si la mayor proporción de usuarios acuden a las unidades de salud en los intervalos de tiempo preestablecido por las autoridades locales de la red de salud.

III. Justificación.

La respuesta a esta pregunta de investigación puede interesar a las autoridades locales de salud en consideración al esfuerzo que impulsan en disminuir los tiempos de acceso de los ciudadanos a los equipamientos de salud.

Con base al derecho de una mayor equidad de acceso a los servicios de salud y en consideración al fenómeno de que la población no reside en el espacio simétricamente, surge la necesidad de hacer este estudio para conocer la proporción de población, que de acuerdo al tiempo de desplazamiento, tiene acceso satisfactorio a las unidades de salud y los que están excluidos de este derecho esencial para su desarrollo.

En el tema de la salud, el tiempo de desplazamiento de un paciente de su residencia a la unidad de salud, en algunos casos extremos, puede ser una disyuntiva entre la vida o la muerte. Podemos citar por ejemplo, la emergencia de una mujer embarazada.

En efecto el tiempo de acceso es uno de los factores esenciales que se trata de disminuir mediante la construcción de los equipamientos de salud en diferentes lugares. Por ello este estudio puede ser un apoyo a las autoridades de salud para explorar nuevas opciones, a través de la herramienta de SIG, que contribuyan en ampliar la cobertura reduciendo los tiempos de desplazamiento de los pacientes a la unidad de atención primaria en salud y estrechar los tiempos de desplazamiento del personal de salud a la comunidad.

III. Fundamentos teóricos.

La búsqueda de estrategias orientadas a mejorar el perfil de salud en la comunidad, por ejemplo, el componente relacionado a la prestación de servicios, requiere de considerar, aunque sea de manera muy general, algunos factores que inciden en las variaciones demográficas y el papel de un **Sistema de Información Geográfica SIG** como herramienta clave en el monitoreo de estos eventos a nivel espacial y en el transcurso del tiempo.

3.1 Demografía.

La demografía trata de las características sociales de la población y de su desarrollo a través del tiempo. Los datos demográficos se refieren al análisis de la población por: edades, situación familiar, grupos étnicos, actividades económicas, entre otros.

Las modificaciones de la población a través de: los nacimientos, fallecimientos, esperanza de vida, migraciones, situación socioeconómica, nivel de educación y otros indicadores, son parámetros



relevantes en los que se sustentan las observaciones de los programas de vigilancia orientados a monitorear las variaciones demográficas.

En el tema de la salud la vigilancia ejerce un rol mas activo en el monitoreo de los problemas de salud y su abordaje de control a nivel curativo

como preventivo.

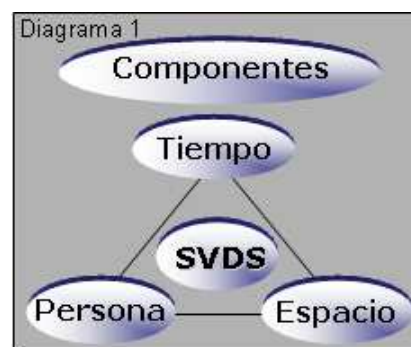
3.2 Componentes principales de los Sistemas de Vigilancia Demográfica y de Salud y el papel de un SIG.

Este estudio trata de analizar exclusivamente, mediante modelos de asignación, la cobertura que tienen las unidades de la red de salud en el Municipio de León. Sin embargo, es importante destacar, aunque sea de forma general, el potencial que ofrece un SIG para analizar más integralmente la atención primaria en salud y en la toma de decisiones.

Describir el uso de SIG, en el sector salud particularmente en la atención primaria, implica escribir una lista de temas que resulta difícil de sintetizar. En su lugar se intenta destacar los componentes esenciales que configuran los sistemas de vigilancia y el potencial de SIG para procesar y analizar la información más integralmente.

Los principales componentes en los que se basa un **Sistemas de Vigilancia Demográfica y de Salud (SVDS)**, son básicamente, **el tiempo, espacio y persona**. Los análisis para obtener el conocimiento de la incidencia de los eventos, asociados a estos temas, no pueden ser satisfactoriamente comprendidos si éstos se realizan al margen de uno de estos componentes que configuran los procesos de vigilancia. Diagrama 1.

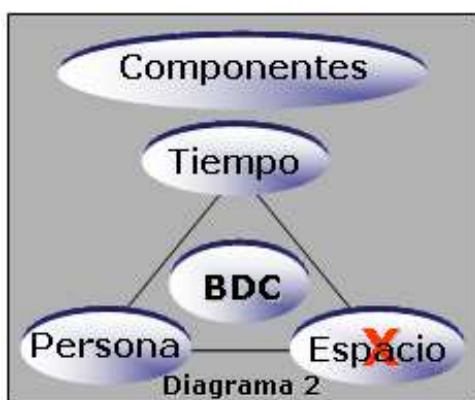
En la actualidad las **Bases de Datos Convencionales (BDC)** dan respuesta a los componentes **tiempo** y **persona**. Pueden automatizar los análisis que permiten conocer la población que ha sido afectada por un evento y el tiempo en que se produjo ese episodio.



Gracias a la articulación de los datos de estos componentes es que se construyen las graficas, por ejemplo, las que permiten presentar la incidencia de los eventos en un periodo determinado o los gráficos estadísticos tales como los canales endémicos. Pero estos sistemas no están contruidos para incorporar los datos del **tiempo** y **persona** conjuntamente con el componente **espacio** en el que ocurren los eventos y así analizarlos desde la perspectiva geográfica.

El componente **espacio**, en estos sistemas convencionales, se enfoca de manera abstracta. Al referirse al espacio se limitan a mencionar los nombres de las comunidades, Barrios o Municipios en los que se reportan los eventos.

La mención del nombre de un lugar no constituye un análisis en el contexto del espacio. El análisis del espacio es un escenario amplio y para realizarlo se requiere que la información del territorio se encuentre georreferenciada en algún sistema de coordenadas.



Por ejemplo, la longitud de una carretera, el área de una comunidad, la ubicación geográfica en que viven los niños en relación a la escuela más cercana. La población que será afectada a una distancia 2 kms del cerro que se encuentra en erupción, las personas que viven en zonas vulnerables debido a la pendiente del terreno.

Preguntas referidas a la distribución geográfica de la población y los tiempos de llegada a centros que proveen de servicios, no pueden encontrar repuestas en los sistemas de Bases de datos convencionales. Diagrama 2.

Los **Sistema de Información Geográfica (SIG)** se especializan en analizar los datos integrando los tres componentes: **tiempo, espacio y persona**. Este procesamiento integral no solo identifica la ubicación de las áreas geográficas en que ocurren los eventos, sino que permite analizar los datos desde una perspectiva en la que se

puedan identificar algunos factores existentes en el territorio que pueden estar relacionados con la ocurrencia de los eventos.

En este ámbito el SIG procesa la información para dar respuesta a preguntas básicas pero importantes tales como:

- ¿Qué? (Los eventos sujetos de monitoreo).
- ¿Dónde? (El espacio geográfico en que ocurren los eventos).
- ¿Cuándo? (El tiempo en que se reportan los casos).

Además de responder a estas interrogantes básicas SIG tiene el potencial para dar respuesta también a las preguntas relacionadas a factores causales de los eventos, el ¿Por qué?. Esta otra pregunta, que es un importante motivo de investigación de campo, se analiza satisfactoriamente con la herramienta SIG.



Obviamente que estas categorías de análisis se basan en la disponibilidad de datos del territorio que caracterizan algunos factores de riesgo que condicionan los problemas de salud en la comunidad.

Este enfoque de las bondades de la tecnología SIG, en cuanto al análisis espacial de los datos, lo constituye en una herramienta estratégica para el desarrollo de los procesos de monitoreo de las variaciones demográficas y de salud a nivel territorial. El SIG es una herramienta clave para la visualización de la información, la toma de decisiones, seguimiento y evaluación de las intervenciones. Diagrama 3.

Uno de los aspectos centrales del procesamiento de información es el análisis desde una perspectiva espacial. Esta es una de las características de la funcionalidad global de un SIG. En el campo de la Demografía conviene encontrar respuestas a

preguntas que abordan temas que involucran relaciones espaciales entre ellas las siguientes:

- ¿Cuántas personas viven a una distancia menor de 100 mt del río Negro?.
- ¿Cuántos niños viajan diariamente más de 3 km para asistir a la escuela?.
- ¿Qué lugar es el más recomendado, de acuerdo a la distribución geográfica de la población, para construir el próximo centro de salud u otra escuela?.
- ¿Cuántas personas viven en una pendiente mayor de 20 grados?.
- ¿Cuáles zonas del territorio son las más densamente pobladas?.

Las repuestas a estas preguntas, sencillas cuya lista se puede ampliar fácilmente, es parte de las necesidades de conocimientos que se desean obtener a través de los análisis espaciales convencionales que se realizan con SIG.

Estos conocimientos de la población en cuanto a su distribución geográfica, acceso a los servicios y la exposición a factores de riesgo, es una referencia importante en la toma de decisiones que permitan desarrollar estrategias orientadas a ordenar el territorio en muchos temas claves para un bienestar más equitativo a favor de la población.

Un tema de clave de las relaciones territoriales que se analizan satisfactoriamente con SIG, es la implementación de modelos dirigidos a simular eventos espaciales de interés social. Se destacan en este contexto los modelos para la localización óptima de los equipamientos. Este campo de la analítica de un SIG es crucial para la instalación de estas infraestructuras de servicios con un mejor arbitraje del territorio beneficiando el derecho de los ciudadanos en cuanto a una accesibilidad más equitativa.

3.3 Algunos determinantes para definir localizaciones óptimas de unidades de salud.

Elegir donde situar instalaciones de servicios, es una tarea compleja por la infinita cantidad de posibilidades que el territorio ofrece. Entre esta infinita cantidad de posibilidades siempre hay dos temas clásicos que se consideran: la población que tendrá acceso oportuno y la que no tendrá este beneficio.

A fin de delimitar más claramente la localización óptima, en la literatura se definen, para cualquier instalación puntual, dos propiedades: ***eficiencia espacial y justicia espacial***.

Eficiencia espacial.

Trata de buscar localizaciones que, dada la distribución geográfica de la demanda, el usuario de los servicios incurra en los menores costos en el uso cotidiano de estas instalaciones.

Un elemento esencial en este sentido es la minimización de los desplazamientos necesarios para que estas instalaciones sean utilizadas por los usuarios. En este tipo la eficiencia espacial se puede definir de una manera simple como la minimización de las distancias entre la demanda e instalaciones.

La justicia espacial.

En este caso se trata de que las instalaciones no estén desigualmente repartidas sobre el espacio, de modo que no existan diferencias, o al menos éstas no sean excesivamente grandes, en el acceso de la población a estas instalaciones.

El concepto de **proximidad** es otro de los que resultan de sumo interés como elemento para la valoración de la distribución espacial de equipamientos e instalaciones. La proximidad se refiere a que la mayoría de usuarios estuviesen a una distancia pequeña y la equidad espacial implicaría que fuesen similares o poco desiguales entre asentamientos humanos.

3.4 Los modelos y su importancia.

En informática los modelos ***surgen como una necesidad de seleccionar de la realidad los datos más relevantes para describir el objeto o tema de estudio.***

Los modelos ayudan a simplificar el contexto de la realidad porque en términos prácticos no es humanamente posible desarrollar un sistema que contenga el conjunto de variables y sus dominios que describen la realidad material del objeto estudio.

Si el tema trata de un estudio demográfico a implementarse en plataformas de bases de datos convencionales, los datos de las personas pueden reducirse generalmente a las siguientes variables:

- ❖ Edad.
- ❖ Sexo
- ❖ Educación.
- ❖ Salud.
- ❖ Empleo.
- ❖ Fecha de nacimiento.
- ❖ Peso.
- ❖ Talla.
- ❖ Otros.

Si se trata de un inventario de árboles, los datos pueden ser:

- ❖ Diámetro de la planta.
- ❖ Especie.
- ❖ Altura estimada

En estos dos ejemplos se observa que estas pocas variables pueden ayudar a la construcción de algunos indicadores útiles para la toma de decisiones. Sin embargo, hay que destacar que esta cantidad de variables es prácticamente nula si las comparamos con la realidad material de una persona o la de un árbol.

-Características de los modelos

Los modelos pueden tener varias propiedades sin embargo, tres son significativas.

Tabla 1

Tabla 1		
Principales características de los modelos		
No	Característica	Alcances
1	Representan fenómenos realmente existentes	Al construir un modelo es para abordar problemas que no son ficticios, su construcción es para estudiar problemas existen en la realidad.
2	Sirven a uno o más fines.	Los modelos no resuelven el conjunto de requerimientos de todos los temas de interés de los usuarios. En general cada modelo tiene un ámbito delimitado de temas a tratar.
3	Son simplificaciones	La realidad es realmente compleja. De aquí surge la necesidad de desarrollar los modelos con el fin de simplificarla y viabilizar el desarrollo de sistemas en los que se puedan realizar procesos con variables debidamente seleccionadas y así establecer indicadores de utilidad para la toma de decisiones.

-Algunos modelos con la herramienta SIG.

Los modelos de procesos espaciales se emplean en muchas áreas en la búsqueda de conocer la dimensión de los problemas concretos para encontrar alternativas de solución. Tabla 2.

Tabla 2		
Algunos modelos con SIG		
No	Característica	Alcances
1	Modelos ecológicos.	Representan la interacción sistemática de diferentes impactos en el medio ambiente.
2	Modelos de vegetación.	Simulan la sucesión de la vegetación en el transcurso del tiempo.
3	Modelos de difusión atmosférica.	Se concentran en la difusión de sustancias consideradas como contaminantes.
4	Modelos de Asignación.	<p>Estos modelos se emplean en análisis territoriales dirigidos a ofrecer acceso a los servicios a fin de maximizar la población a beneficiar y minimizar los tiempos que requiere la población para obtenerlos. Estos modelos definen las áreas en que se encuentra la población que emplea una determinada cantidad de tiempo para obtener el servicio en la unidad de referencia del modelo.</p> <p>Los usuarios típicos son los servicios de rescate, centro de educación, abastecimiento de bienes, servicios de salud etc.</p>

-Redes viales, base de los modelos de asignación más realista.

El elemento primario en que se desarrollan los modelos de asignación es la distribución óptima de recursos al interior de una red vial. Esta infraestructura es un componente clave de la accesibilidad, es una forma de arbitraje social del espacio en la demanda y oferta de los servicios a la colectividad.

La necesidad de estrechar las distancia en relación al tiempo esta dando paso a la consideración de establecer un ***nuevo enfoque en la organización territorial para construir mas y mejores redes en donde el hecho de tener accesibilidad es una***

oportunidad que crea las condiciones para instalar infraestructuras de servicios e impulsar el desarrollo en la comunidad. La accesibilidad es, por lo tanto, un factor clave de desarrollo.

El movimiento de personas, transporte de carga, la distribución de bienes, servicios, recursos o energía, las comunicaciones, etc representan el flujo e intercambio al



interior de un sistema definido de relaciones. Estas relaciones son modeladas como redes geométricas.

Estas redes se almacenan al interior de la Geodatabase, puesto que permiten definir de manera precisa las condiciones de conectividad, circulación y coincidencia

topológica. De allí su nombre “geométrica”, dado el rol fundamental de la geometría en el comportamiento de toda la red en cuanto a conectividad.

-Los flujos

Estos se definen principalmente como la circulación o desplazamiento de: materiales, energía, equipamientos etc, a través de un espacio determinado. En el caso particular de la circulación los flujos corresponden fundamentalmente a los desplazamientos realizados por personas y vehículos al interior de los ejes de la red vial.

La disposición, cantidad y velocidad de los desplazamientos dependerán tanto de los atributos propios de cada componente, como de los atributos colectivos de los mismos. Además de lo anterior, la capacidad y características propias de la infraestructura definirán la forma en cómo estos flujos se desarrollarán al interior de la red.

De hecho la construcción de una carretera, responde a las necesidades actuales y futuras de desplazamiento entre dos o más puntos del espacio. En definitiva se trata de mejorar la accesibilidad para reducir la desigualdad en el ámbito de la equidad espacial.

Las redes viales son, en realidad, una de las infraestructuras espaciales que condicionan la conectividad de los ciudadanos y la cohesión para su desarrollo territorial. Esto se traduce en que la accesibilidad es una variable clave para el acceso a los equipamientos de servicios.

En un sentido más simple, se entiende por accesibilidad la mínima cercanía de la casa en que vive el ciudadano en relación al lugar en que recibirá los servicios. Se trata de reducir los tiempos de llegada y maximizar la población beneficiada. Este criterio es parte de la esencia de los principios de equidad espacial.

3.5 Principales reguladores de un modelo de asignación.

Los conceptos fundamentales que definen los alcances espaciales de un modelo de asignación son básicamente dos, ***los impedimentos basados en tiempo y la distancia.***

3.5.1 El rol de la distancia.

El criterio de la distancia se emplea para evaluar las alternativas más viables a la hora de desplazarse a través de una red vial.

La distancia entre dos puntos “X” y “Y” puede establecerse a través de dos opciones de medición espacial: **a) Euclidiana y b) Planimétrica.**

-Distancia euclidiana.

En los modelos de asignación de población a centros de atención de servicios, la distancia euclidiana no es la opción mas recomendada, si se cuenta con datos de la infraestructura vial. Este parámetro se emplea con mayor éxito en análisis de difusiones aéreas. Se puede mencionar, la diseminación de un agente nocivo a la salud que se desplaza por el aire. Como ejemplo se puede citar:



- La emisión de un contaminante que lo genera una empresa. De este punto de emisión se esparce hacia un área habitada. Sin omitir la influencia del aire como una variable que puede favorecer o afectar a una mayor o menor área espacial, el factor predominante de diseminación es la línea recta. En consecuencia, aunque el viento tenga incidencia directa en estos procesos espaciales, la difusión prevaleciente es la euclidiana.
- Puede ser la disfunción de las señales electromagnéticas: las ondas de la radio, la televisión. Estas señales y residuos volátiles industriales se propagan de forma aérea.

Para hacer estos estudios espaciales de difusión de puntos hacia un área, de un punto a otro, se recomienda el uso de la medición euclidiana. Una característica de esta opción es que traza una línea recta imaginaria de emisión al punto o área de dispersión. Por ello es una opción en los análisis de procesos espaciales que describen una línea recta.

En el mapa se ilustra la línea euclidiana entre el puesto de Salud de la primero de Mayo y la ubicación de la casa en que vive el paciente. La línea recta, que es característica de la euclidiana contiene la distancia entre ambos puntos, 200.4

metros. De hecho que utilizar la euclidiana para establecer la distancia no es lo más indicado porque el paciente no puede desplazarse aprovechando estas propiedades de las relaciones espaciales entre dos puntos.

-Distancia planimétrica.

En la asignación de población a un centro de atención, la opción mas recomendada para definir la aérea espacial al centro asistencial, con base a una determinada cantidad estándar de tiempo o de distancia, es la planimétrica.



Esto se debe esencialmente al hecho de que la población se desplaza a través de la red vial. En efecto es el recorrido real que el

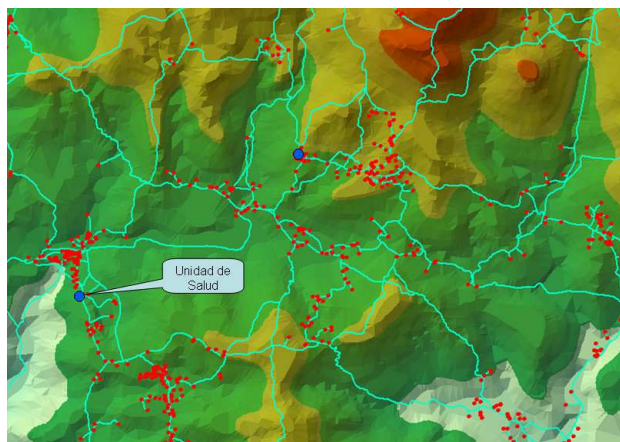
paciente realiza. Es por esta razón que la distancia planimétrica es la que se utiliza con mayor certeza para asignar la población que será atendida en cada unidad de salud a través de las variables tiempo y distancia.

Obsérvese en el mapa que la línea amarilla es la red vial, es el recorrido real que hará el paciente para llegar al Puesto de Salud de la comunidad Primero de Mayo. Nótese que la distancia por la red vial tiene una longitud de 281.8 mt. Mientras que la euclidiana es de 200.4 mts. La diferencia absoluta del recorrido por la red vial, distancia planimétrica, en relación a la distancia euclidiana es de 81.4 metros.

Esto significa que la distancia planimétrica tiene 28.8% metros mas que la distancia euclidiana entre la casa de habitación del paciente y el Centro de Salud. En distancias mayores, digamos un kilómetro y mas, estas diferencias son significativas y en consecuencia el margen de error es mayor si el modelo se realiza con la distancia euclidiana.

- Distancia incorporando la altura sobre el nivel de mar (ASNM).

La topografía tiene también incidencia en la distancia a recorrer entre dos puntos. El análisis basado en la distancia planimétrica se basa en una red bidimensional. Si se le añade la altura del terreno a la red vial, las longitudes varían incrementando así el tiempo de llegada. De hecho la altura es un factor de impedimento en detrimento de la accesibilidad. Por este motivo es recomendable agregar la variable altura para incrementar la fidelidad de los resultados en los análisis espaciales, sobre todo cuando la topografía es irregular, en dependencia de estas variaciones, topográficas, la distancia aumenta.



Entre mayor sean las variaciones de la altura topográfica, mas aumenta la distancia entre dos o mas puntos. La incorporación de la altura topográfica implica un acercamiento más preciso a la hora de reflejar la distancia lo que aumenta el nivel de presesión de la realidad al calcular los tiempos a requerir para recorrer las distancias sobre la superficie del territorio.

3.5.2 El rol del tiempo.

El tiempo es el factor determinante para construir el modelo y es uno de los más complejos de evaluar y administrar dentro de los modelos de asignación basados en redes viales.

El tiempo es la variable que determina el desempeño en términos de equidad en la asignación de la población a una unidad asistencial. En el tema de la salud el tiempo

que se demora el paciente para llegar a la unidad de salud es una de las variables determinantes para que la atención sea oportuna. Este factor, en algunos casos aunque extremos, puede ser la diferencia en que un problema de salud sea un evento más de morbilidad o de mortalidad.

Determinar el tiempo es una tarea compleja porque las variaciones en llegar de un punto a otro a través de la red, varían por muchos factores. Tabla 3.

Tabla 3	
Algunos factores que inciden en la variación del tiempo.	
Infraestructura y medios de movilización	Factores
Estado de la red vial.	El estado de la red vial y el tipo de revestimiento de los segmentos de las calles inciden en los tiempos en desplazarse. El efecto se manifiesta mas en el desplazamiento en vehiculo.
Traslados en vehiculo.	Los traslados en vehículos son los que no logran un desplazamiento constante por el estado de la infraestructura vial y las horas picos de embotellamiento sobre todo en la ciudad etc.
Traslado en bicicleta.	Este medio establece otro parámetro para medir el tiempo de llegada a la unidad de salud que se diferencia en relación al vehiculo por su capacidad de desplazamiento.
Peatón.	Es la que requiere de más tiempo para que el paciente logre trasladarse de su casa a la unidad de salud y puede ser más constante en el desplazamiento. Sin embargo, el tiempo requerido no siempre será el mismo aunque el paciente tenga las mismas distancias. Ejemplo: El paciente puede ser una mujer embarazada, es un niño menor de 3 años y su madre lo lleva en los brazos. Es un niño mayor de 5 años y lo llevan caminando, es un paciente adulto que se desplaza con cierta normalidad, el paciente puede ser una persona de la tercera edad y que debido al problema de salud que lo afecta se desplaza a una velocidad diferente de los demás pacientes.

Todos estos medios de desplazamiento y sus contratiempos definen, en su conjunto, un mayor o menor tiempo de de llegada aunque los paciente vivan en distancia relativamente iguales en relación a la unidad de salud a la que están asignados.

Estas variaciones y otras no mencionadas, hacen que establecer el tiempo de llegada sea un tema con cierta complejidad para definirlo de manera estandarizada.

-Calculo del tiempo de desplazamiento.

Formula para calcular el tiempo	$TD = \frac{LA}{VD}$
TD= Tiempo de Desplazamiento.	
LA= Longitud de la Arista.	
VD= Velocidad de Desplazamiento.	
Unidades de medida:	
LA = Metros.	
VD = Minutos.	

En definitiva el tiempo de desplazamiento es la clave del comportamiento del modelo que se realiza, constituye el núcleo que utiliza la herramienta o el software para construir el modelo.

Es sobre el atributo tiempo que el sistema evalúa, a través de la red vial, las alternativas para elegir el área geográfica y por ende la población que vive dentro de esa circunscripción territorial que requiere de la misma unidad de tiempo para llegar a la unidad de salud.

La longitud de cada línea de nodo a nodo (LA) y el tiempo empleado en recorrerla (TD), calculado con base al medio de desplazamiento (VD) y los obstáculos que se interponen como factores de variaciones del tiempo, son algunas de las variables decisivas para que el modelo se aproxime mas satisfactoriamente a los tiempos que los ciudadanos requieren en la realidad para llegar de su casa a la unidad de salud.

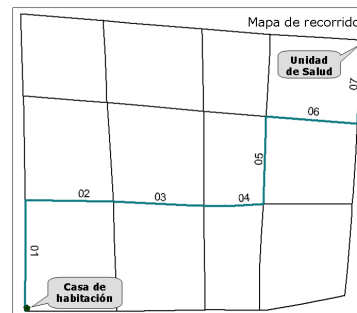
Nun	LA	VD	TD
01	47.38	50	0.948
02	139.33	50	2.787
03	145.30	50	2.903
04	94.70	50	1.894
05	138.81	50	2.776
06	144.60	50	2.892
07	132.35	50	2.647
Total	842.47	50	16.847

En la tabla se observa el tiempo de recorrido calculado con base a una velocidad de desplazamiento de 50 metros por minutos a pie desde la casa de habitación del paciente a la unidad de salud.

En el mapa siguiente (Mapa de recorrido), se observan las calles (aristas que recorre y los nodos son las intercepciones), los números que contiene cada calle del mapa están registrados en la tabla (columna Num). Se puede observar la longitud de cada

arista, el tiempo establecido en recorrerla y los minutos que se requieren en cada una de ellas para llegar a la unidad de salud. El recorrido total, en este ejemplo, es de 842.47 metros y para hacerlo a pie se requieren 16.847 minutos.

Los datos de la variable longitud en metros, el sistema los calcula por defecto, las demás variables se agregan a la tabla y seguidamente se calculan los tiempos en recorrer cada arista aplicando la formula indicada.



3.5.3 Topología de los datos.

La integración detallada o generalizada de los datos espaciales a requerir en la construcción de los modelos depende de las unidades de análisis definidas por los usuarios. De estas demandas se define la topología que se utiliza para simbolizar en el sistema la entidad espacial real. Estas estructuras de datos se integran en dos tipos de topologías vectores y raster.

1) Vector y sus propiedades principales:

a) Punto.	Adimensional.	(Adolecen de dimensión).
b) Línea.	Unidimensional.	(Tienen solo una dimensión).
c) Polígono.	Bidimensional.	(Cuentan con dos dimensiones).

Algunas de las entidades espaciales que se simbolizan con la topología vectorial.

a) Puntos.

Pueden ser utilizados para simbolizar la representación de una amplia cantidad de entidades espaciales reales. Por ejemplo, casas, pozos, postes del alumbrado

eléctrico, nodos que representa la intercepción de las redes, unidades de servicios etc.

b) Líneas.

Representa los segmentos de las redes: Por ejemplo, redes de agua potable, redes electromagnéticas, hidrografía, redes viales, alcantarillado sanitario etc.

c) Polígonos.

Se representan, fincas, manzanas de la ciudad las Comunidades, Distritos, Municipios, zonas protegidas, busques, zonas de riesgo, cuencas hidrográficas etc.

2) Raster.

Para obtener la altura generalmente se acude a los Modelos Digitales de Elevación (MDE). Estas estructuras de datos raster se pueden construir a partir de los modelos de triangulaciones TIN obtenidos de curvas de nivel y a través de otras opciones también se pueden construir estas estructuras de datos.

En la imagen se observa la forma de los segmentos de la red vial cuando se incorpora la altura del terreno.

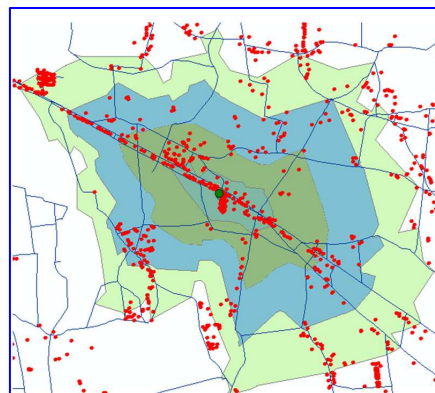
En este estudio la topografía no se incluye porque el área del municipio es relativamente plana, la red vial no esta trazada en zonas con alturas significativas en consecuencia los pacientes no recorren alturas que representan un cambio importante en las longitudes de las distancias planimétrica.

Modelos a través de la herramienta de ArcGIS Network Analyst.

Mediante ArcGis Network Analyst, es posible identificar áreas de servicio alrededor de cualquier unidad que los ofrece y que se encuentra localizada al interior de una red. En este proceso el sistema toma en consideración a todas las calles carreteras y caminos accesibles, dentro de un rango de impedimento determinado.

Por ejemplo, un área de servicio de 20, 40, 60 y 80 minutos caminando alrededor de un punto incorporará a todas las calles que se encuentren dentro de ese rango de tiempo. De esta manera, las áreas de servicio creadas ayudan a evaluar la accesibilidad. Estas áreas varían de acuerdo con el impedimento seleccionado y según la geometría de las calles.

Una vez construidas y establecidas las zonas, se identifica la cantidad de población que se encuentra dentro ellas con base a los intervalos de tiempo establecidos en el modelo. Mas importante aun si se cuenta con datos de población de acuerdo a su estructura, grupos etáreos sexo etc.



Con esta información se puede estimar el tiempo que requiere cada grupo de edad en llegar a la unidad de salud. Estos datos son de mucha relevancia para identificar las zonas y la población que vive dentro de ellas y las que están fuera del alcance mínimo aceptable de accesibilidad a las unidades de salud.

A partir de estos resultados se tienen evidencias para definir acciones a fin de ampliar la cobertura de los servicios. Estas iniciativas pueden ser para gestionar la construcción de nuevos segmentos de caminos en la red vial que permitan acercar las distancias y/o la construcción de nuevas unidades de salud. Estas propuestas pueden respaldarse realizando demostraciones mediante los modelos para predecir el impacto a favor de la equidad de acceso a los servicios de salud que obtendrá la comunidad con las nuevas acciones de intervención.

3.6 Guía de Monitoreo al desempeño de las Unidades de Salud (MODUS).

El Ministerio de Salud considera que la accesibilidad a los servicios, según localización geográfica de la población y la unidad de salud, es un indicador de seguimiento al desempeño de los servicios de la red de atención primaria en salud.

A pesar de que la institución no cuenta con sistemas de información apropiados para zonificar la accesibilidad en el territorio, trata de aproximarse a través de la guía **MODUS**. Esto indica que en las normas institucionales de la gestión en salud, la accesibilidad es un indicador para medir el desempeño de los servicios que se brindan a la población y quizás para tomar decisiones en tareas organizacionales en el territorio.

Entre las variables que utiliza la institución se encuentran los tiempos de llegada del paciente desde su comunidad a la unidad de salud. El anexo 10, pagina 33 de la guía MODUS, contiene los criterios oficiales que el Ministerio de Salud utiliza para medir la accesibilidad. La unidad de tiempo establecida en la guía es el minuto, la unidad espacial de referencia es la Comunidad.

ANEXO No. 10 MINISTERIO DE SALUD				
LISTADO DE COMUNIDADES CLASIFICADAS SEGÚN CRITERIOS DE ACCESIBILIDAD PUERTO DE SALUD				
No.	COMUNIDAD	ZONA		
		A	B	C
1				
2				
3				
4				
5				

Instructivo. Clasificación en zonas A, B y C según el tiempo en minutos que tarda el usuario en llegar a la U/S.	Tiempo en minutos:		
	Zona	Mínimos	Máximo
	A	= 0	30
	B	= 30	120
	C	= 120	A. mas

De acuerdo al anexo No 10 del instructivo, las zonas se clasifican en tres (a, b y c) y tienen establecido los intervalos de tiempo para cada zona de accesibilidad. Pero el criterio para estimar distancia no está definido si es la euclidiana o la planimétrica, aunque si está claro que estos intervalos de tiempo deben aplicarse sin importar el medio de desplazamiento: buses, caballos, a pie entre otros. Esta interpretación es válida porque el tiempo es el que se desea estimar como un indicador de accesibilidad.

<p>Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional "El Pueblo, Participa!"</p> <p>PODER EJECUTIVO "Resistencia para con Dios!"</p> <p>Guía de Monitoreo al Desempeño de UNIDADES DE SALUD MODUS</p> <p>Municipio: <u>San Marcos</u></p> <p>Nombre del Puesto de Salud: <u>Restauración</u></p>				
Responsable del Equipo de Coordinación	Primer Monitoreo	Segundo Monitoreo	Tercer Monitoreo	Cuarto Monitoreo
Coordinador del equipo de monitoreo:	<u>San Marcos</u>			
Fecha del Monitoreo:	<u>24/11/22</u>			

IV. Metodología.

4.1 Población de estudio.

El estudio comprende el universo total de la red de salud del Municipio de León. Este servicio cuenta con 30 unidades, en la ciudad están instaladas 18 y 12 en la zona rural.

El universo de viviendas y población es el total del Municipio y se ha estimado no solo de una fuente. El censo nacional realizado en el año 2005, refiere que en este Municipio existían 39,895 viviendas, de ellas 35,045 estaban habitadas. Esto representa un 12.15% de viviendas deshabitadas. El total de habitantes, encontrados en este censo, fue de 173,995 resultando un promedio de 4.96 habitantes por casa habitada.

La capa de puntos utilizada en el presente estudio contiene 50,287 edificaciones actualizadas en el año 2009. Como se explica en la metodología utilizada en la obtención de estos datos, en la ciudad las edificaciones se georreferenciaron mediante un levantamiento en cada cuadra y apoyándose en los planos de las nuevas urbanizaciones aprobadas por el departamento de urbanismo Municipal.

En este levantamiento se considero como edificación a toda infraestructura con techo, las casas que tienen divisiones internas y que habita otra familia sin considerar el parentesco. Se incluyeron también los predios de las nuevas urbanizaciones que aun no han sido edificados.

En la zona rural las edificaciones se obtuvieron de las fotos aéreas de alta resolución que permiten visualizar claramente los techos de las casas e incluso hasta trazar polígonos sobre los muros que generalmente tienen un grosor de pocos centímetros. Sin embargo, las edificaciones con techo de teja, principalmente las que se

encuentran bajo los árboles, pueden no ser fácilmente visualizadas y por lo tanto eventualmente algunas no se georreferenciaron.

En las edificaciones urbanas no se levantaron datos demográficos y en el caso de la zona rural obviamente que, con este procedimiento, no es factible establecer el uso de cada inmueble.

El sistema de vigilancia demográfico y de salud de la UNAN León, realiza el monitoreo espacial de la población de sus conglomerados de estudio ubicados en la zona urbana, con esta capa de datos de edificaciones georreferenciadas. Los resultados refieren que 20 edificaciones de cada 100 no están habitadas y el promedio de habitantes por casa habitada, es de 5.0. La cobertura, de este sistema de vigilancia, en la ciudad, es representativa porque se estima que cubre el 22% de la población del Municipio.

Al realizar la proyección de población del año 2010, a partir de estas dos fuentes, la capa de edificaciones georreferenciadas que contiene 50,287 registros y el promedio 5.0 habitantes por casa, excluyendo el 20% de deshabitadas, las casas habitadas suman 40, 229 y la población es 201,148. Si la proyección se hace de acuerdo al promedio de habitantes por casa referido por el censo nacional (4.96) la población, del año en curso 2010, es de 199,596 ciudadanos.

Aunque se cuenta con esta proyección de población, los resultados de los análisis contenidos en los mapas y tablas, se realizan con base a las edificaciones. Sin embargo, algunas interpretaciones de los resultados se describen como coberturas de población. Por lo tanto los datos de proyección de población de estas tres fuentes: el censo nacional, el sistema de vigilancia de la UNAN León y la capa de edificaciones georreferenciadas, sirven de base para considerar que los resultados de los análisis basado en las edificaciones es equivalente a la cobertura de población por cada intervalo de tiempo.

Esta proyección de población es importante para los interesados en calcular la proporción de cobertura por cada intervalo de tiempo que resulte del modelo de asignación por unidad de salud. Este procedimiento puede ser de interés principalmente a las autoridades locales a cargo de establecer las políticas territoriales de atención primaria en salud.

4.2 Herramienta y datos espaciales utilizados en los modelos.

El estudio se ha realizado mediante modelos de asignación a través de la herramienta Network Analyst de ArcGis 9.3.

a) Capas de datos georreferenciadas:

o Capa de puntos.	Unidades de la red de salud urbana y rural.
o Capa de puntos.	Edificaciones de la zona urbana y rural.
o Capa de líneas.	Calles y caminos de la red vial total del municipio.
o Capa de polígonos.	Mapa del Municipio con su división comunitaria y de la red de salud

b) Tiempo de desplazamiento de los pacientes:

- o Metros de desplazamiento por minutos que el paciente realiza caminado.
- o Distancia del paciente desde su casa de residencia a la unidad de salud más cercana a través de la red vial.

Estos resultados se utilizan en la fórmula empleada en el modelo con la cual la herramienta de network analyst calcula el tiempo de desplazamiento del paciente desde el lugar de residencia a la unidad de salud más cercana o a la que esta territorialmente asignado. Este resultado se obtuvo a través de dividir la longitud cada segmento de camino de la red vial entre el tiempo que el paciente requiere para recorrerlo.

Formula para calcular el tiempo	$TD = \frac{LA}{VD}$
TD= Tiempo de Desplazamiento.	
LA= Longitud de la Arista.	
VD= Velocidad de Desplazamiento.	
Unidades de medida:	
LA = Metros.	
VD = Minutos.	

4.3 Diagnostico en las unidades de salud y resultados.

Aunque el ministerio de salud cuente con una guía para establecer la zonificación territorial con base al tiempo de desplazamiento, se realizó un levantamiento de datos de campo con el fin de obtener los valores que se requieren en las variables de la formula empleada en el modelo.

El espíritu del diagnostico es construir los modelos con datos mas aproximados al desplazamiento real. De esta manera se reduce la subjetividad de los modelos porque se desarrollan con datos extraídos de la experiencia de las principales autoridades de la red de salud, de los medios mas frecuentes que los pacientes utilizan para acudir a los servicios y de mediciones de los metros de desplazamiento por minutos que los pacientes recorren en la realidad.

1) Temas abordados en el diagnostico

Este diagnostico se efectuó para conocer en el contexto local los datos sobre:

- a) Los intervalos de tiempo de desplazamiento de los pacientes, que los directores las unidades de salud, consideran indicados para acudir a estos equipamientos.**
- b) El medio mas frecuente que utilizan los pacientes para desplazarse a la unidad de salud.**
- c) Los metros que camina normalmente una persona por minuto.**

2) Contenido de los instrumento de recolección de datos.

Los datos se recolectaron en tres instrumentos y se obtuvieron in situ en las unidades de salud.

a) Instrumento, intervalos de tiempo de accesibilidad.

Intervalo de tiempo de accesibilidad.				
Entrevista a directores de las unidades de salud				
Territorio _____			Fecha ___/___/___	
No	Intervalo de accesibilidad	Minutos		TOTAL
		DE	A	
1	Optimo			
2	Muy Bueno			
3	Bueno			
4	Regular			
5	Fuera de cobertura			

Este instrumento contiene cinco intervalos de accesibilidad y los tiempos de cada uno fueron definidos por los directores de las unidades de salud entrevistados.

Los tiempos de cada intervalo de la zona urbana y rural se definieron separadamente para que las autoridades de salud, puedan establecer su criterio sobre los tiempos de desplazamiento por cada intervalo en ambas zonas.

Estos intervalos son la base que permite identificar espacialmente la proporción de población que se desplaza en cada intervalo de tiempo para acudir a la unidad de salud en la zona urbana y rural.

B) Instrumento, medios de transporte más frecuente.

Este instrumento fue llenado mediante entrevista al paciente en la unidad de salud. La pregunta que se realizó a los pacientes fue:

¿En que se traslado a la unidad de salud?.

La repuesta se marco, en el instrumento, con una "X".

Consulta a pacientes o familiares sobre medios de transporte que utilizan para asistir a la unidad de Salud.							
Estudio de accesibilidad a las unidades de atención primaria en salud.							
Fecha: ___/___/___ hora inicio ___ hora termino ___ Boleta ___							
Unidad de Salud _____ Tipo _____							
No	Comunidad en que vive	Sexo			Medio de transporte		
		M	F	A pie	Bicicleta	Vehiculo	Caballo
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

En la pregunta no se mencionaran los medios que están escritos en el instrumento para evitar que la pregunta induzca la repuesta del paciente.

C) Metros de desplazamiento a pie por minuto.

Medición de tiempos de desplazamiento caminando							
Unidad de salud _____			Fecha ____ / ____ / ____				
No	Sexo	Edad	Recorrido		Metros	Minutos	Mts por Minuto
			DE	A			
1							
2							
3							
4							
5							

Cada medición fue realizada a partir de la ubicación de una vivienda que se constituyo como punto de partida. Desde este lugar se dio inicio al desplazamiento tratando de hacerlo a la velocidad normal que por naturaleza nos

desplazamos, hasta llegar a la unidad de salud.

Al momento de iniciar la marcha se activó el cronometro del GPS para iniciar el conteo de los metros y minutos requeridos en los recorridos hasta llegar a la unidad de salud. Finalizado el recorrido se tomaron los datos del GPS y se registraron en el formulario. Este procedimiento fue el utilizado en cada medición en el campo y la ciudad.

2) Resultados del diagnostico.

-Metros de desplazamientos por minuto.

Se realizaron cuatro mediciones, dos en la zona rural y dos en la urbana. Se recorrieron 3,850 metros y se obtuvo un promedio de desplazamiento por persona de 58 metros por minutos en la zona rural y urbana.

-Medio más frecuente de desplazamiento

La entrevista se efectuó en los Centros de Salud: Perla María Norori, Puesto de Salud Oscar Pérez, Primero de Mayo y Centro de Salud Sutiava. Se entrevistaron 135 pacientes. De ellos el 93.5% refirieron que se desplazan a pie a las unidades de salud.

-Intervalo de tiempo de accesibilidad.

Los datos fueron proporcionados por el director del territorio de Salud de Sutiava, el epidemiólogo del Sistema Local de Atención Integral en Salud (SILAIS) León y la directora de estadística y su equipo técnico. Para establecer el intervalo de tiempo los datos se promediaron y se integraron en una sola matriz de la cual se extrajeron los datos de la formula a utilizar en el modelo. La Tabla 4 contiene el resultado de los tres temas del diagnostico de campo.

Tabla 4			
Intervalos de tiempo, medio de transporte más frecuente y metros de desplazamiento por minuto.			
Contenido del diagnostico	Categorías	Intervalo de tiempo en minutos	
		Urbano	Rural
a	Muy bueno	00-10	00-20
	Bueno	10-20	20-40
	Regular	20-30	40-60
	Malo	30-40	60-90
	Fuera de cobertura	60 >	90 >
b	Metros de desplazamiento caminando por minuto	58	
b	Medio de desplazamiento mas frecuente	A pie	

- Impedancia de la red vial

De acuerdo a estos resultados, los datos que toma la ecuación del modelo son estandarizados para cada unidad de salud. La jerarquía de la infraestructura vial tales como el tipo de camino: pavimentado, mecanizado o estado natural, no induce a variaciones en el desplazamiento.

Sin duda que no todos los pacientes asisten a las unidades de salud únicamente a través del desplazamiento peatonal, sin embargo, esta población es realmente reducida en relación al universo de pacientes que asisten a las unidades de salud desplazando a pie.

Este criterio permite resultados más estrechos a la dinámica local en la atención primaria del sistema Municipal de salud. Además que la población opta por reducir los costos de transporte sobre todo por los índices de pobreza en que se encuentra la comunidad. Con estos datos se espera que los resultados de los modelos sean más realistas en el contexto de la realidad municipal.

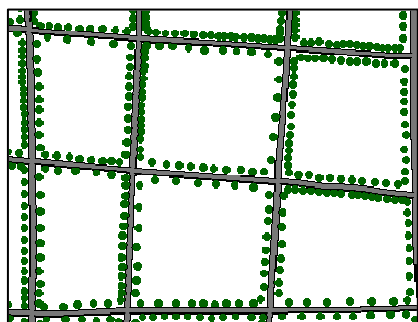
4.4 Construcción de las capas de datos espaciales utilizadas en el estudio.

1) Capa de puntos. Edificaciones y unidades de salud.

Las edificaciones rurales se obtuvieron ubicando un punto sobre los inmuebles visualizados en las imágenes aéreas. Cada ortofoto esta georeferenciada correctamente en WGS 84.



En la ciudad las edificaciones se georeferenciaron a través de un levantamiento completo de todos los inmuebles incluyendo los predios baldíos que se han designado para futuras edificaciones.



El método aplicado en el levantamiento permitió un inventario de las edificaciones en cada cuadra. Estos datos por cuadra se utilizaron para ubicar igual número de puntos para representar a cada inmueble existente en la manzana. Es probable que el total de inmuebles de algunas cuadras no se ubiquen correctamente pero siempre estará cada inmueble

en la manzana correcta.

En las nuevas comunidades cuyos diseños están aprobados por el departamento de urbanismo municipal, solo se integraron los inmuebles que se visualizan en las imágenes, los predios baldíos no se consideraron edificaciones. Sin duda que en los próximos años, en estas zonas, las edificaciones incrementaran.

El uso actual de las edificaciones no se conoce. Sin embargo, este trabajo constituye el primer inventario mas completo de inmuebles georreferenciados con un margen de error de omisiones realmente reducido en la Municipalidad. Las unidades de salud, que constituyen la base de los modelos, se georreferenciaron con GPS.

2) Capa de polígonos del mapa Municipal.

Se construyó con base a ortofotos del año 1996 y 2008 debidamente georreferenciadas. La división comunitaria, Barrios, repartos asentamientos etc, se estableció mediante consulta a planos existentes en la alcaldía Municipal de León y mediante trabajos con la población organizada en la comunidad. La división territorial de red de salud se delimitó a través de los epidemiólogos del ministerio de salud que mediante visualización de la división comunitaria en el mapa, se identificaron las comunidades que atiende cada unidad de salud.

3) Capa de Línea. Red vial.

La red vial, otra capa de datos central del tema de estudio, se construyó mediante una conversión topológica del mapa de polígonos a líneas. Seguidamente se verificó a través de las imágenes aéreas. Cada segmento de la red está definido por los nodos existentes en la realidad en la zona rural y urbana.

Esta precisión espacial permite que las longitudes de cada segmento de camino tengan un margen de error muy reducido. Por lo tanto los modelos resultantes reflejan satisfactoriamente el contexto de la realidad. En consecuencia las zonas resultantes por cada intervalo de tiempo de accesibilidad, son confiables.

V. Análisis de resultados

5.1 Capas de datos espaciales y temáticos utilizados en el estudio.

Los levantamientos de campo con GPS, entrevistas a pacientes y a los directores de las unidades de salud y la digitalización de las capas de datos georreferenciadas, dieron como resultados los datos espaciales y temáticos requeridos en el estudio.

Tabla 5.

Tabla 5		
Datos temáticos y espaciales		
Capas temáticas	Topología	Método de construcción
Edificaciones	Puntos	Esta capa de datos contiene el universo de las edificaciones del municipio.
Red vial	Línea	Almacena el conjunto de calles carreteras y caminos del Municipio así como su longitud.
Unidades de salud	Puntos	Contiene el universo total de las unidades de salud y su clasificación en Centros y Puestos de Salud
Mapa	Polígonos	Contiene el límite de los Barrios y Comunidades rurales, los polígonos de las manzanas en la ciudad y la organización territorial de la red de salud.
Base de datos	Datos demográficos	Contiene habitantes por vivienda actualizado en el año 2009. Esta información es administrada por la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN León a través del Centro de Investigación en Demografía y Salud CIDS.
Base de datos	Diagnostico en las unidades de salud	Contiene los datos de los intervalos de tiempo de desplazamiento a las unidades de salud, medio de transporte más frecuente y metros de desplazamiento por minutos. Son los datos requeridos en la fórmula utilizada en el modelo.

5.2 Unidades de la red de salud y población de estudio.

- Red de Salud

La red de salud del Municipio de León está estructurada en tres territorios equipados con una unidad de salud cabecera (Centro de Salud) que atiende a los puestos de salud que funcionan como unidades de atención primaria en la comunidad.

El análisis se ha realizado en el 100% de las unidades de la red de atención primaria en salud y en el 100% de las edificaciones georreferenciadas del Municipio. Tabla 6.

Tabla 6.				
Organización de la red de salud en el Municipio				
Territorio	Zona	Código	Tipo	Unidad de Salud
Mantica Berio	Urbana	M1	Centro de salud	Mantica Berio
	Urbana	M2	Puesto de salud	Benjamin Zeledón
	Urbana	M3	"	William Rodríguez
	Urbana	M4	"	William Fonseca
	Urbana	M5	"	Primero de Mayo
	Urbana	M6	"	Oscar Pérez
	Rural	M7	"	El Tololar
	Rural	M8	"	La Ermita
Perla María	Urbana	P1	Centro de salud	Perla María Norori
	Urbana	P2	Puesto de salud	La Arrocera
	Urbana	P3	"	Villa 23 de Julio
	Urbana	P4	"	Rubén Darío
	Urbana	P5	"	El Calvarito
	Urbana	P6	"	Fundeci
	Urbana	P7	"	Santa Ana
	Urbana	P8	"	Walter Ferreti
	Urbana	P9	"	Los Poetas
	Rural	P10	"	Omar Torrijos
	Rural	P11	"	La Ceiba
	Rural	P12	"	Miramar
	Rural	P13	"	La Leóna
	Rural	P14	"	Chacaraseca
	Rural	P15	"	Las Lomas
Sutiava	Urbana	S1	Centro de salud	Sutiava
	Urbana	S2	Puesto de salud	La Providencia
	Urbana	S3	"	Osman Ríos
	Rural	S4	"	Goyena
	Rural	S5	"	Poneloya
	Rural	S6	"	Troilo
	Rural	S7	"	Abangasca Central

Urbana = 18; Rural = 12; Total = 30

5.3 Distribución geográfica de las edificaciones en el Municipio.

Mapa de densidad de población.

Este mapa contiene la zonificación de la densidad de población del Municipio. Se sabe que no todos los inmuebles son viviendas, sin embargo, la densidad de las edificaciones es equivalente a la distribución geográfica de la población en todo el espacio geográfico del Municipio.

En el área geográfica del territorio de salud **Mantica Berio**, la distribución espacial de la población se encuentra más concentrada cerca de la ciudad y las zonas más distantes están escasamente pobladas.

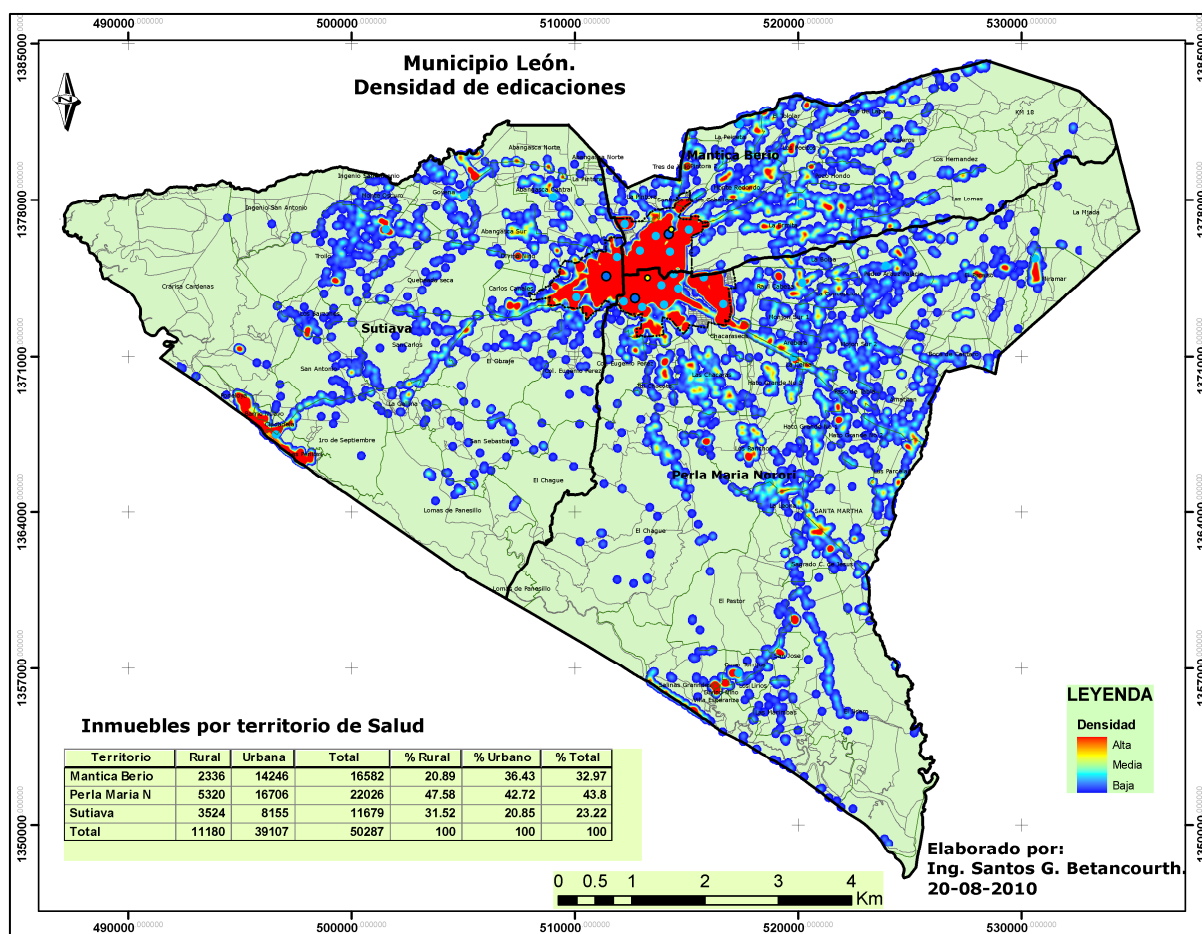
En el área geográfica del territorio **Perla María Norori**, la mayor densidad de población se encuentra al este de la ciudad, el resto se encuentra mas dispersa y en el espacio geográfico del territorio de salud de **Sutiava** existen tres áreas costeras densamente pobladas, el resto de la población se encuentra generalmente dispersa en el resto de la zona rural del Territorio.

En todo el Municipio los espacios geográficos menos poblados se localizan al sur, en la zona costera, la otra área escasamente habitada está ubicada al Este del Municipio.

En el mapa, los puntos rojos son las áreas en donde existe mayor concentración de población, constituyen los núcleos de población en las comunidades.

Estas áreas tienen una concentración espacial de población similar al de la ciudad, en el mapa densidad de edificaciones, aparece toda el área urbana de color rojo. En las zonas de color amarillo la densidad es menor y en las azules la población esta espacialmente mas dispersa.

En las zonas en que se visualizan puntos aislados de color azul es porque no existen otras edificaciones a una distancia menor de 400 metros cuya distancia es la requerida para que el radio de 200 metros utilizado en el mapa de densidad, se asocie espacialmente y se conviertan en una sola área habitada. Las áreas aisladas de color amarillo y azul claro es en donde existen pequeños conglomerados de edificaciones a una distancia menor de 400 metros.



5.4 Proporción de población por intervalo de tiempo de desplazamiento a la unidad de salud.

El análisis se ha realizado con base a dos criterios:

- a. **Tiempo de desplazamiento de los ciudadanos del lugar en que residen a la unidad de salud más cercana.** Este cálculo se aplica al total de unidades de salud y de edificaciones del Municipio.

- b. **Tiempo de desplazamiento de los ciudadanos que residen en los territorios asignados a cada Unidad de salud.** Este análisis se realiza en las edificaciones existentes dentro de los territorios asignados a las tres unidades de salud principales del municipio: Centro de Salud Mantica Berio, Perla María y Sutiava.

Los resultados de estos dos análisis contienen la proporción de población que se desplaza en cada intervalo de tiempo e indican el nivel de equidad espacial de accesibilidad de la población a los equipamientos de salud.

El otro resultado importante es el análisis comparativo que se ha realizado en ambos resultado (a y b) que permite conocer si la asignación de población a cada unidad de salud, aprovecha el potencial real de cobertura que ofrece la ubicación geográfica de cada unidad de salud con respecto a la ubicación geográfica del lugar en que residen los ciudadanos.

5.4.1 Proporción de población por intervalo de tiempo en relación a la Unidad de Salud más cercana.

En vista de la diferencia de la distribución geográfica de la población en la zona urbana y rural y en consideración a la diferencia de los intervalos tiempo para

calcular la accesibilidad en ambas zonas, el análisis se realizó por separado, un mapa de zona urbana y otro de la zona rural.

5.4.1.1 Cobertura por intervalo de tiempo a la unidad de salud más cercana en la zona urbana.

- Mapa por intervalo de tiempo de accesibilidad a la unidad de salud más cercana.

Este mapa contiene las áreas territoriales por intervalo de tiempo y la proporción de edificaciones existentes dentro de cada área. Este resultado es con base a la cobertura según los tiempos de desplazamiento a la unidad de salud más cercana desde el lugar de residencia de cada ciudadano. Es decir, que identifica los equipamientos en que, de acuerdo al lugar de residencia de los usuarios, tienen la ruta más corta.

En la ciudad existen 39,010 inmuebles. En el primer intervalo tiempo, categoría de acceso muy bueno (00-10 minutos), reside el 49.80% de los ciudadanos. Algunas unidades de salud tienen doble cobertura en este primer intervalo de accesibilidad.

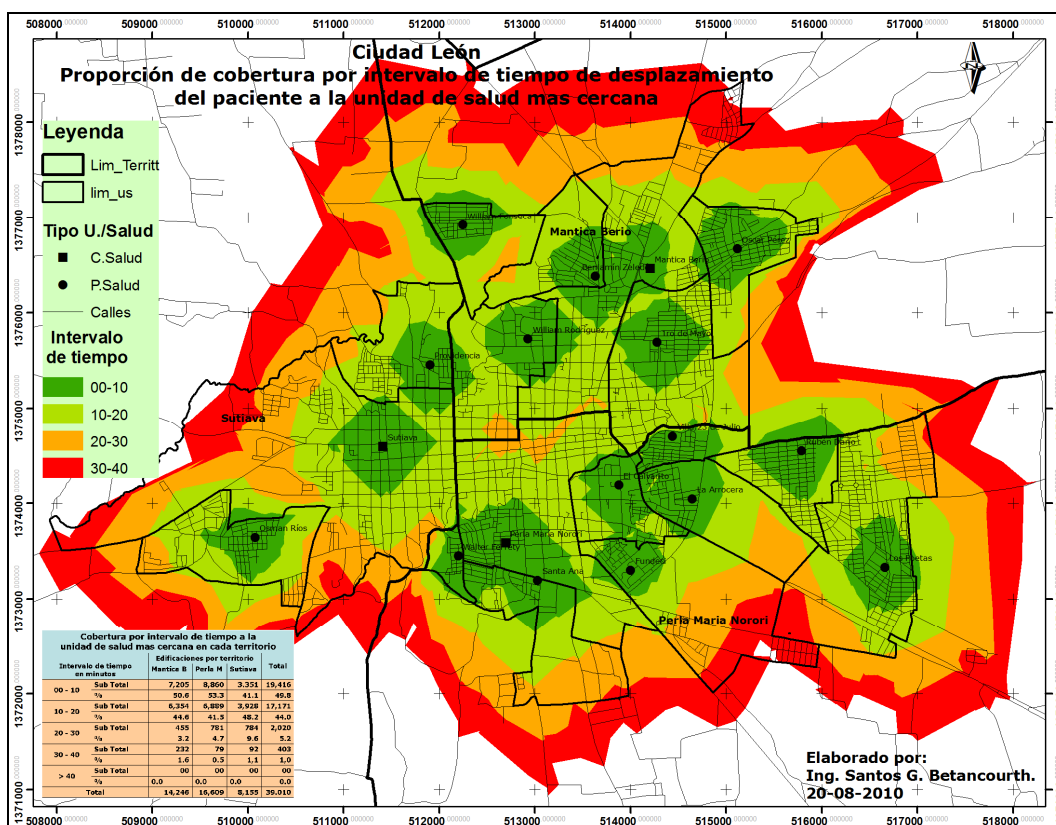
El centro de salud Perla María, el Puesto de Salud Walter Ferrey y Santa Ana, son unidades, que por su cercanía, las coberturas se sobre ponen espacialmente. Esta duplicidad ocurre entre el centro de salud Mantica Berio y el Puesto de Salud Benjamin Zeledón. Se repite también en los Puestos Salud La Arrocera, El Calvarito y Villa 23 de Julio. En consecuencia los residentes en estas áreas tienen doble beneficio en este primer nivel accesibilidad.

En el segundo intervalo de tiempo de 10-20 minutos, clasificado como bueno, habita el 44.0% de la población de la ciudad. Dentro de este nivel se encuentra prácticamente el resto de la ciudad incluyendo las comunidades periféricas y algunas edificaciones rurales. Indudablemente que en este intervalo de tiempo la sobre

posición de cobertura es mucho mayor e incluso algunas unidades de salud están dentro del territorio de cobertura de otra unidad y viceversa.

Las coberturas de estos dos niveles, muy bueno y bueno, suman el 93.80% del total de edificaciones de la ciudad. En el intervalo de 20-30 minutos, los ciudadanos de 5 edificaciones de cada 100 se desplazan esa cantidad de tiempo para llegar a la unidad de salud más cercana.

En el tercer intervalo se encuentran las últimas edificaciones de las zonas periféricas de la ciudad y un área del centro situada en el límite entre el territorio del Mantica Berio y el Perla María. Esto se debe a que las unidades de salud están ubicadas en las zonas periféricas de la ciudad.



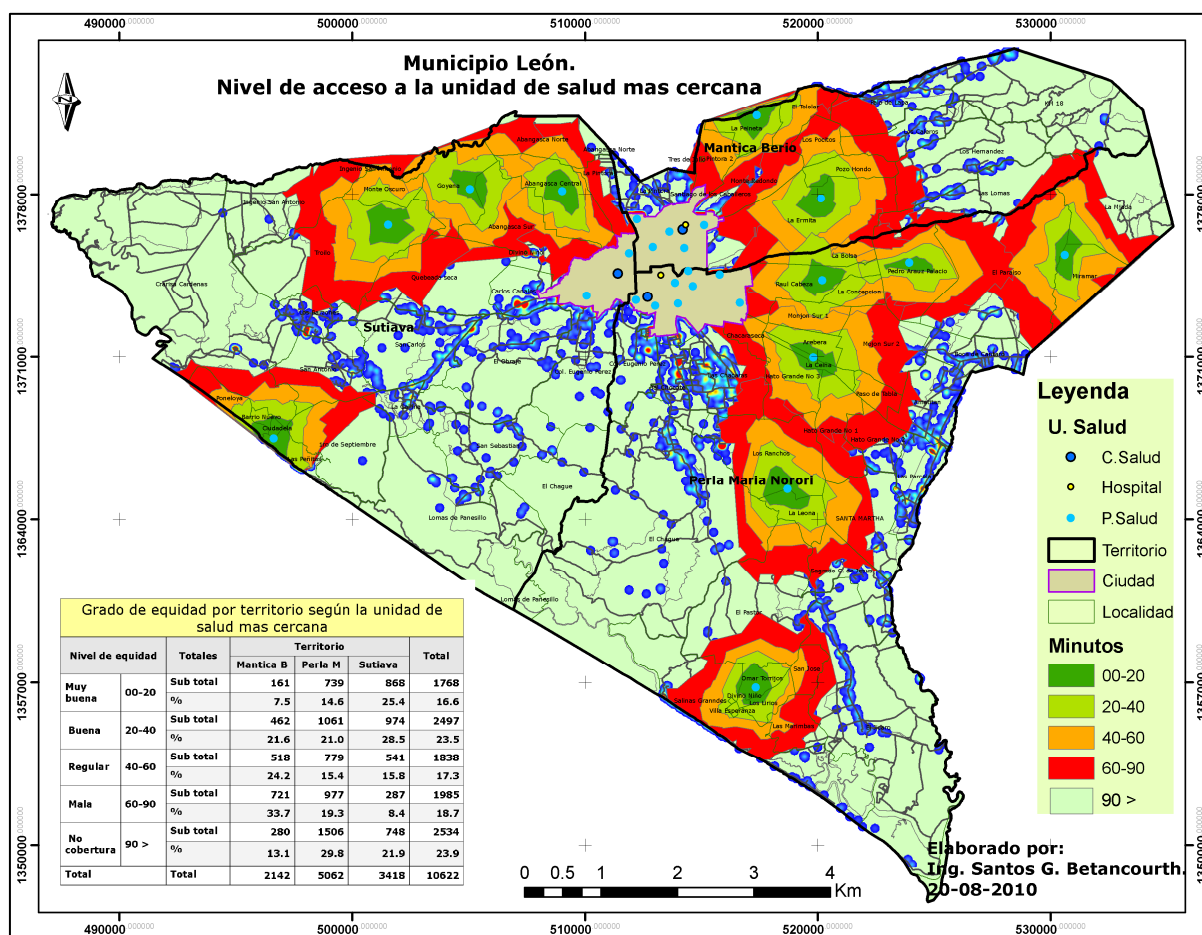
En las zonas ubicadas dentro del intervalo de 30-40 minutos, 403 edificaciones se encuentran en el perímetro de la zona urbana y rural. En relación a población fuera de cobertura, en la ciudad no se presenta este problema.

5.4.1.2 Cobertura por intervalo de tiempo a la unidad de salud más cercana. Zona rural

-Mapa Nivel de acceso a la unidad de salud más cercana.

En la zona rural existen 11,189 edificaciones, de ellas 558 están ubicadas en el perímetro de la ciudad y se encuentran dentro del espacio de cobertura del intervalo de 30-40 minutos de las unidades de salud de la zona urbana. Los inmuebles atendidos por las unidades rurales suman 10,622.

De los 10,622 inmuebles, el 16.6% se encuentran en el primer intervalo de equidad. En el segundo intervalo se encuentra el 23.5%, en el tercer nivel el, 17.3% y en el cuarto intervalo (De una hora a una y media) el 18.7%.



En la zona, 77 ciudadanos de cada 100, se encuentra dentro de los intervalos de tiempo establecidos como de accesibilidad satisfactoria. La diferencia se encuentra fuera de cobertura.

- Proporción de población por territorio en cada intervalo de tiempo en la zona rural.

***Territorio Mantica Berio.**

La cobertura de las unidades de salud rurales, sin incluir el alcance espacial de las urbanas, de las 2,142 edificaciones que atiende el territorio Mantica Berio, 13.1% están fuera de cobertura. La mayoría de esta población no puede ser atendida por las unidades de salud urbanas.

***Territorio Perla María.**

El Territorio Perla María atiende 5,062 edificaciones de ellas 29.80% están fuera de cobertura. De esta población una parte puede ser atendida por el Puesto de Salud Santa Ana, pero la mayoría residen a mas de 1.5 horas y no están al alcance de las coberturas de las unidades de salud urbanas.

***Territorio Sutiava.**

El territorio Sutiava atiende 3,418 edificaciones, de esta cantidad 21.9% están fuera de cobertura. Parte de esta población puede ser atendida por el Puesto de Salud Osman Ríos. Sin embargo, la mayoría no puede acudir a las unidades de salud sin un medio de transporte debido a la distancia en que residen en la zona rural. Mapa nivel de acceso a la unidad de salud mas cercana.

5.4.1.3 Cobertura por intervalo de tiempo a nivel Municipal.

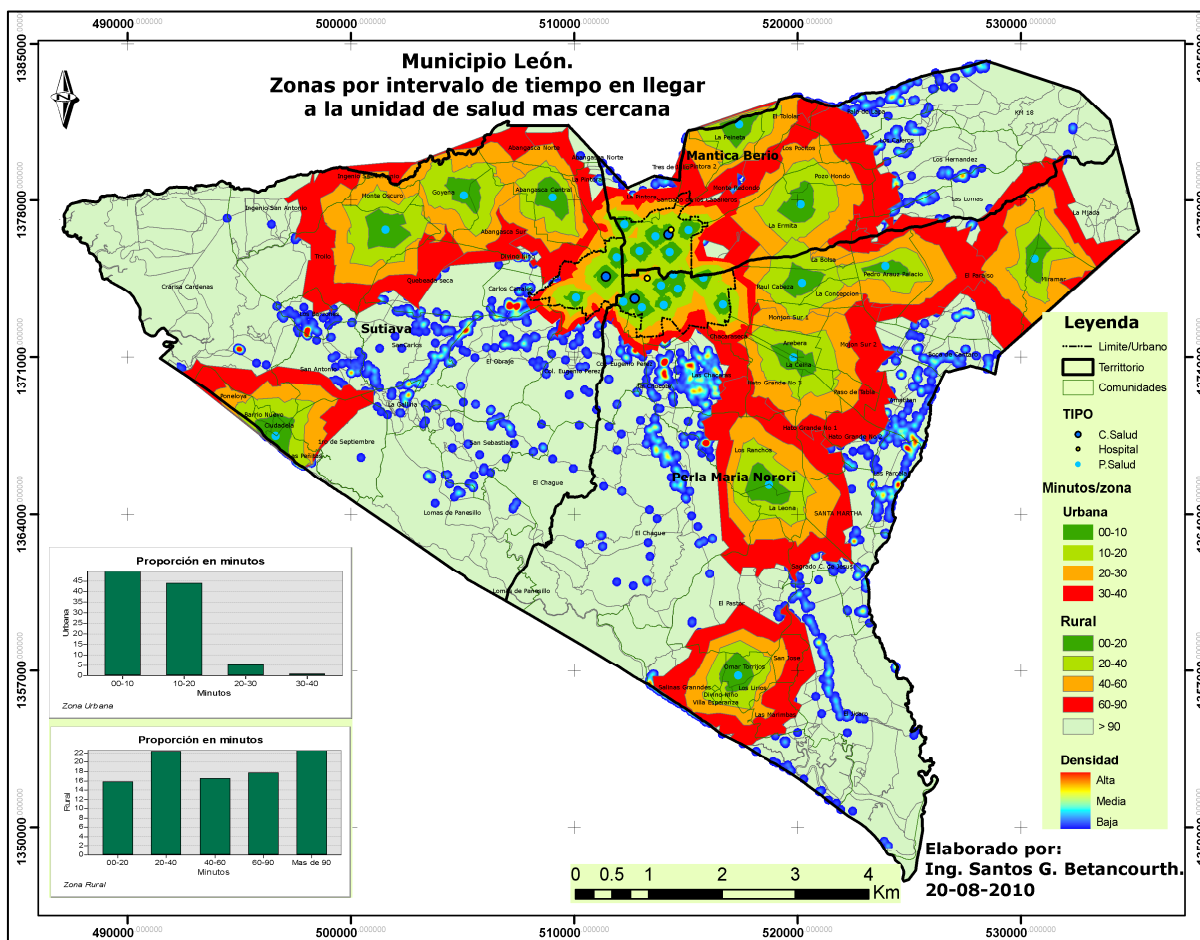
-Mapa zonas por intervalo de tiempo en llegar a la unidad de salud más cercana.

En resumen la cobertura por intervalo de tiempo de desplazamiento entre la zona urbana y rural es claramente diferente, pero este resultado no necesariamente debe interpretarse como una desigualdad entre ambas zonas. En la zona urbana vive más población en un espacio menor y se puede considerar que se encuentra distribuida espacialmente de manera homogénea.

En cambio en la zona rural en un espacio mayor reside menor cantidad de personas y se encuentran distribuidos irregularmente. Unas zonas están densamente pobladas, en otras la población vive dispersa y la mayor cantidad del espacio del territorio está deshabitado.

Esta diferencia sugiere que realizar un análisis comparativo, para determinar quien está mejor atendido en ambas zonas, quizás no sea la opción más recomendada para este caso porque el uso del suelo en ambos espacios es claramente distinto en cuanto a la distribución espacial de la población.

Obsérvese en el gráfico del mapa que la cobertura urbana, en el primer y segundo intervalo, más del 90% de la población acude en esa unidad de tiempo. En relación al gráfico rural menos del 40% se encuentra en los dos primeros intervalos de tiempo, el resto se desplaza en los intervalos de tiempo siguientes y un 22% está fuera de cobertura, realiza el recorrido en más de una hora y media. Las áreas fuera de cobertura son las de color celeste y los puntos azules, amarillo y rojos, ubicados dentro de estas áreas es la distribución espacial de la población fuera de cobertura.



Obsérvese en la tabla, intervalo de tiempo a la unidad de salud más cercana urbana-rural, que desde el segundo intervalo de tiempo, las unidades de salud urbanas, tienen cobertura en el espacio rural, (98 edificaciones = 0.88%). En el tercer y el cuarto intervalo, ésta cobertura se incrementa a favor de la población rural en 1.79 y 2.33% respectivamente.

Resumen general de cobertura según los intervalos de accesibilidad establecidos.

a- Zona urbana.

De manera general puede decirse que en la cobertura urbana, de cada 100 ciudadanos 93.34% se encuentran a menos de 20 minutos de desplazamiento a la

Intervalo de tiempo a la unidad de salud mas cercana urbana-rural								
Zona	No	Categoria	Intervalo en Minutos	Edificaciones			Porcentaje	
				Total	Urbana	Rural	Urbana	Rural
Urbana	1	Muy Buena	00 - 10	19466	19466	0	49.78	0
	2	Buena	10 - 20	17307	17029	98	44.00	0.88
	3	Regular	20 - 30	2225	2025	200	5.18	1.79
	4	Mala	30 - 40	667	407	260	1.04	2.33
	5	Excluido	> 40	0	0			
Rural	1	Muy Buena	00 - 20	0	0	1768	0.0	15.81
	2	Buena	20 - 40	0	0	2497	0.0	22.33
	3	Regular	40 - 60	0	0	1838	0.0	16.44
	4	Mala	60 - 90	0	0	1985	0.0	17.75
	5	Excluido	> 90	0	0	2534	0.0	22.67
	Total				50287	39107	11180	100.0

unidad de salud mas cercana caminando 58 metros por minuto, equivalente a 3.48 Km/hora. Esto indica que la accesibilidad a los equipamientos de salud, de acuerdo a los intervalos de tiempo establecidos en la zona urbana, es altamente satisfactoria.

b- Zona rural.

En la zona rural, por cada intervalo de tiempo, la proporción de población es relativamente igual, pero en relación a la población fuera de cobertura, la que requiere más de 90 minutos, es un porcentaje de 22.67%.

A nivel del Municipio la población que se encuentra fuera de cobertura es la que reside en el campo y representa únicamente 5.0% del total de la población.

5.4.2 Proporción de población por intervalo de tiempo a la unidad de salud territorialmente asignado.

Es importante destacar que la proporción de cobertura reflejada en el modelo de los mapas anteriores, urbano y rural, no corresponde a la división territorial de la red de salud. Este resultado es con base a la accesibilidad que ofrece la red vial constituida por: calles, carreteras y caminos de acuerdo a la ruta más corta del lugar en que se

encuentra la casa en que reside el paciente y la unidad de salud más cercana. Puede decirse que este resultado es el potencial de cobertura de accesibilidad existente en el Municipio.

En consecuencia esta proporción de cobertura no es la que en la actualidad cubre la red de salud en el Municipio. La cobertura real por intervalo de tiempo es la que resulta del análisis con base a la población asignada a cada unidad de salud. En la práctica los pacientes acuden a la unidad de salud territorialmente asignado y en estas áreas es que el personal de salud aplica todos los demás programas dirigidos a la prevención de enfermedades inmuno prevenibles.

Para conocer la cobertura real se ha realizado un análisis basado en los territorios asignados a cada unidad de salud. Es decir, que el modelo asume que la población que está dentro de la circunscripción territorial de cada unidad de salud, no tiene otra unidad de salud en su vecindad. Esto permite que el modelo delimite las zonas de cada intervalo de acuerdo a la asignación de población a cada unidad de salud.

El análisis se ha realizado únicamente en los tres principales centros de salud. Se efectúa únicamente en estas tres unidades para tener una referencia de la importancia de auxiliarse en los resultados del modelo a través de SIG a fin de promover una motivación a explorar esta opción que permita aprovechar el potencial de cobertura existente y ponerlo a favor del ministerio de salud y de la población. A fin de cuantificar esta cobertura se ha realizado una comparación de los resultados con base a la división territorial vs. la ruta más corta a la unidad de salud más cercana.

Mapa, Cobertura por intervalo de tiempo de desplazamiento a la unidad de salud asignado y a la más cercana.

Este mapa tiene tres gráficos que contienen la proporción de cobertura de cada territorio de salud por intervalo de tiempo. La barra de color celeste es la proporción

de cobertura de acuerdo a la unidad de salud que el paciente asiste para ser atendido actualmente y la barra azul es la cobertura de acuerdo a la unidad de salud mas cerca al lugar de residencia del paciente.

El mapa contiene las dos capas: las áreas que tienen un color de fondo son las coberturas según la unidad de salud más cercana y la capa de la cobertura según la división comunitaria de la red de salud, está sobre puesta y se distingue por una maya de puntos y líneas sin color de fondo.

a) Centro de Salud Mantica Berio.

Esta unidad tiene asignada 3,961 edificaciones. De acuerdo a la división administrativa de la red de salud, el 8.23% se encuentran en el primer nivel de accesibilidad (00-10 minutos) y según la ruta mas corta hacia la unidad de salud más cercana, el 34.33% se desplazaría en la misma unidad de tiempo. Esto significa que si la división territorial se realizara mediante la unidad de salud mas cercana la cobertura se incrementaría en un 26.1%.

En el segundo intervalo, de 10-20 minutos, de acuerdo a la red de salud, 32.32% viajan esa cantidad de tiempo y según la unidad mas cercana la cobertura se incrementaría al 53.12%. En este segundo intervalo, la diferencia porcentual, de acuerdo a la unidad de salud mas cercana, es de 20.8%.

En el intervalo de 20-30 minutos, de acuerdo a la zonificación de la red de salud el 34.66% invierten esa cantidad de tiempo para acudir a los servicios y de acuerdo a la unidad más cercana, ese porcentaje se reduce a 6.69.

En el ultimo intervalo, 30-40 minutos con la zonificación, el 21.23 tiene que viajar esa cantidad de tiempo para acudir al Centro de Salud y de acuerdo a la unidad mas cercana esta población se reduce a 5.86%.

Obsérvese que en los intervalos 3 y 4 (de 20-30 y 30-40 minutos) la cobertura, según la división territorial de la red de salud es de 34.66 y 21.23 respectivamente, mientras que la cobertura a la unidad de salud más cercana se reduce a 6.69 y 5.85%.

En el último intervalo considerado fuera de cobertura (mayor de 40 minutos) según la zonificación, el 3.56 tiene que desplazarse más de 40 minutos para acudir a los servicios de salud y de acuerdo a la unidad más próxima no hay ciudadanos espacialmente fuera de cobertura. Grafico *C.S Mantica % de cobertura por intervalo de tiempo*.

b) Centro de Salud Perla María Norori.

Esta unidad tiene asignada 5,183 edificaciones. Según la zonificación el 29.64% se encuentran en el primer nivel de accesibilidad y de acuerdo a la unidad mas cercana, la cobertura se incrementa al 36.20%. Este resultado refiere que mediante la unidad de salud más cercana el incremento porcentual es de 6.56.

En el intervalo de 10-20 minutos, la zonificación territorial cubre el 37.14% y la unidad de salud mas cercana a la residencia de los pacientes ofrece una cobertura de 58.2%. El incremento resultante es de 21.0% si la población asistiera a la unidad mas cercana.

En el intervalo de 20.30 minutos, el 20.95% viajan esa cantidad de tiempo a la unidad de salud que están asignados y de acuerdo a la unidad mas cercana esa porcentaje de población se reduce a 5.6%. Este resultado indica porcentualmente 15.35 de este intervalo de tiempo están mas cerca de otra unidad de salud que del Perla María

De 30-40 minutos, el 12.27% viajan esa cantidad de tiempo y de acuerdo a la unidad más cercana no hay ciudadanos que se encuentren en estas condiciones de accesibilidad. Este resultado sugiere que esta población no debería de estar asignado a esta unidad a esta unidad de salud por toda esta población esta más

cerca de otra unidad de salud. *Grafico C.S Perla María, % de cobertura por intervalo de tiempo*

c) Centro de Salud Sutiava

Este centro asistencial tiene un total de 5,378 edificaciones. De esta cantidad, en el primer nivel de accesibilidad, la zonificación atiende el 28.67% y de acuerdo a la unidad de salud mas cercana la cobertura es de 34.33%. La diferencia porcentual es de 5.66.

En el segundo intervalo, la zonificación y la unidad de salud mas cercana tienen un porcentaje similar 13.44 y 12.5% respectivamente. En el intervalo de 20.30 minutos es similar, 2.81% para la zonificación y 1.69% a la unidad mas cercana.

En relación a la población fuera de cobertura, de acuerdo a la zonificación el 2.21% esta afectado y de acuerdo a la unidad mas cercana esta población esta dentro de la cobertura de los últimos intervalos de tiempo.

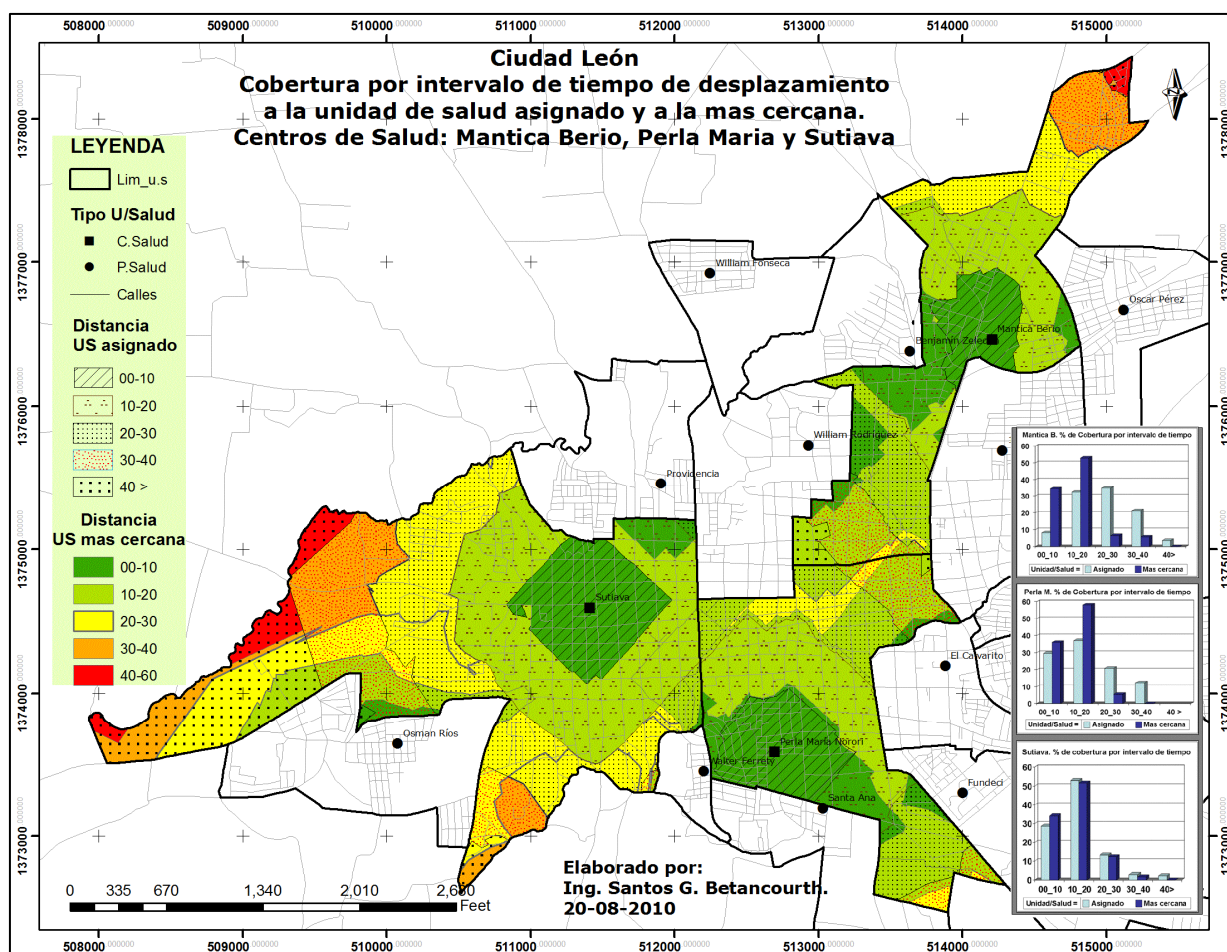
Este resultado indica que en este centro de salud la relación entre la unidad más cercana y la división territorial tiene una confianza importante. La población que esta asignada se desplaza generalmente en la misma cantidad de tiempo. *Grafico. C.S Sutiava % de cobertura por intervalo de tiempo.*

Obsérvese que las unidades de salud están ubicadas en el perímetro de su territorio. Al establecer el tiempo de desplazamiento a la unidad de salud más cercana, el sistema no toma en consideración la división administrativa en consecuencia la cobertura que reporta lo hace asumiendo la distancia más cerca de acuerdo a la red vial.

Al ejecutar el modelo, con base a la división administrativa, los resultados varían principalmente en la población que esta más cerca de las unidades de salud pero

que obligatoriamente deben asistir a otra para obtener los servicios. En consecuencia el resultado refiere que esta población es atendida por otra unidad que se encuentra más distante y no por la más cercana.

Los resultados de ambos ejercicios pueden visualizarse en el mapa por simple observación espacial. Obsérvese, por ejemplo, que el Puesto de Salud Benjamin Zeledón, está ubicado a escasos metros del perímetro del territorio que pertenece al Centro de Salud el Mantica Berio. Este mismo problema se presenta en el Puesto de Salud Santa Ana y Walter Ferrey. De hecho que la ubicación de las unidades de salud en el perímetro de su territorio asignado, es una causa del problema.



Visualización de los mapas de cobertura espacial por intervalo de tiempo a la unidad de salud asignado vs. la unidad de salud mas cercana.

El mapa anterior contiene las dos capas de cobertura y la proporción de población atendida. En estos dos mapas se presentan las mismas coberturas pero separadamente, se trata de hacer una visualización desde otra perspectiva.

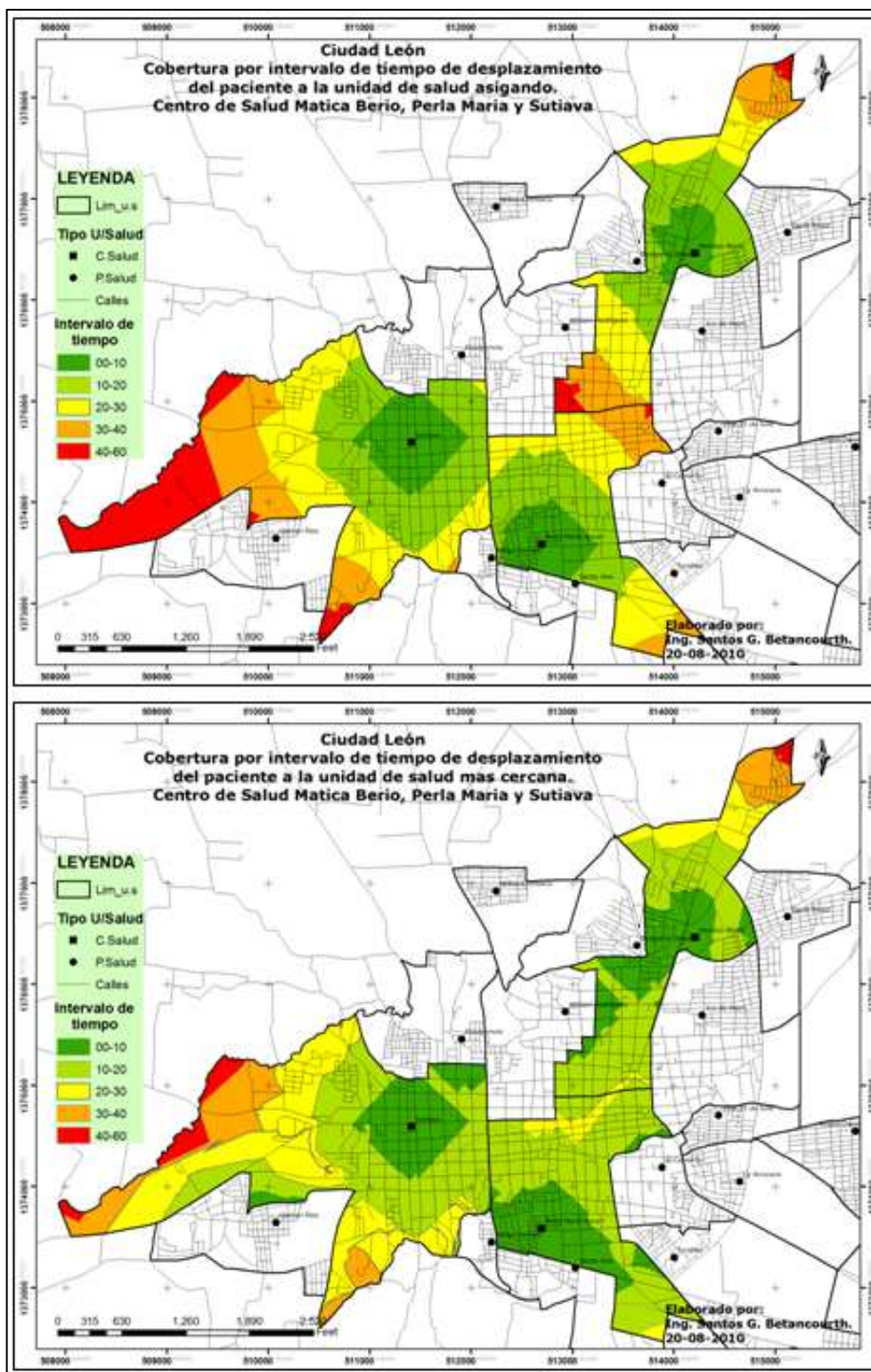
En el centro de la ciudad, en el límite del centro de salud Mantica Berio y Perla María Norori, se observa que, de acuerdo a la división administrativa territorial de la red de salud, existen áreas de la ciudad que se encuentran en el tercer y cuarto intervalo de cobertura (amarillo, rosado) y hasta áreas que están fuera de cobertura que corresponde al color rojo.

En cambio en relación a la unidad de salud más cercana, estas áreas se encuentran en los dos primeros intervalos de tiempo de accesibilidad y una pequeña zona esta en el tercer nivel. Esto se debe a que esta población esta más cerca a los Puestos de Salud: La Primero de Mayo, William Rodríguez y El Calvarito.

En relación la cobertura del Centro de Salud Sutiava, la zona limite de la ciudad, situada al oeste, de acuerdo a la división territorial se encuentra fuera de cobertura y según la unidad de salud mas cercana la mayor cantidad de esta población, se encuentra en el tercer intervalo, la unidad de salud mas cercana, el Puesto de Salud Osman Ríos.

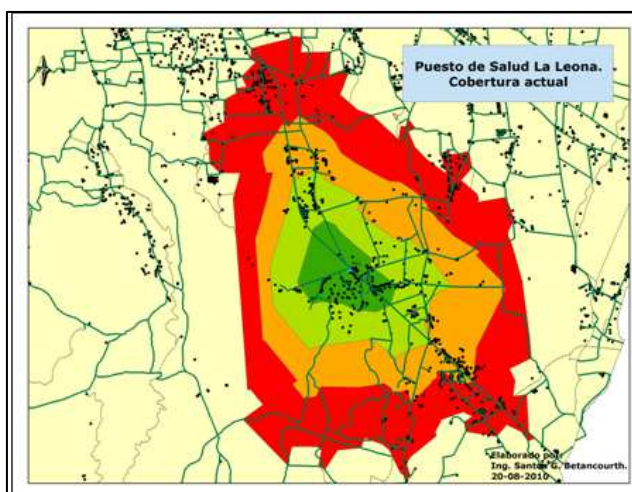
Estas observaciones, en estos dos mapas, sugieren que la zonificación comunitaria de las unidades de salud mejoraría sustancialmente si se realiza una redefinición territorial de las comunidades que están actualmente asignadas a cada unidad de salud. Es importante considerar que esta redefinición no solo beneficia a los ciudadanos, en la actualidad algunos viajan en taxis u otros medios de transporte colectivo, esta alternativa eventualmente los obliga a cierto tiempo de espera.

La reorganización también daría un beneficio a la institución, entre menos distancia de desplazamiento del personal menos tiempo invierte en asistir a la población, menos costos de movilización y seguramente un incremento en las coberturas.

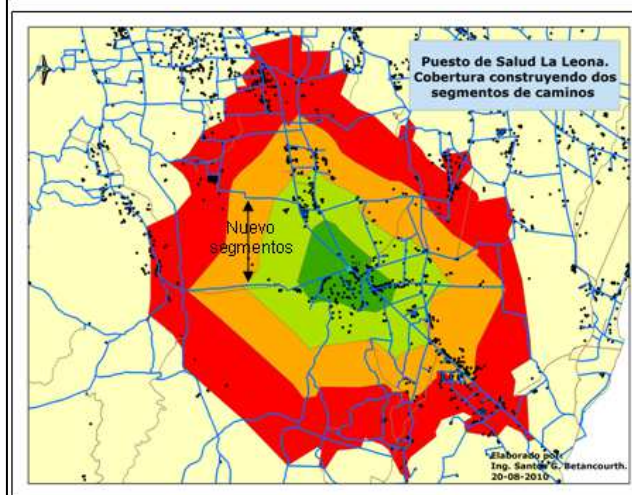


5.4.3 Incremento de cobertura mediante la construcción de nuevos segmentos de caminos.

En este ejercicio se trata de conocer la ampliación de coberturas de las unidades de salud en donde se construyan nuevas vías de acceso. En muchos casos las mejoras a la red de caminos pueden ser una de las soluciones recomendadas en lugar de construir nuevas unidades de salud.



Este ejercicio refleja los alcances de cobertura que tendría el Puesto de Salud La Leona si se construyen dos segmentos de caminos hacia el lugar en donde reside la población que esta fuera de cobertura.



El primer mapa del recuadro refleja la cobertura actual y el segundo la cobertura si se construyen dos segmentos de caminos. Obsérvese que las coberturas se incrementan beneficiando a un total de 97 edificaciones equivalente a unas 575 personas. Esta opción es una de las alternativas que pueden ser sujetas de consideración para ampliar la cobertura con las unidades existentes.

En el mapa se observan los dos segmentos de caminos y la cobertura resultante. De hecho que es conveniente evaluar otros factores que se constituyen en impedimentos, sin embargo, la construcción de unidades de servicios sin vías de acceso no tienen el impacto esperado.

VI. Conclusiones.

La cobertura con respecto al lugar de residencia de los ciudadanos y la unidad de de salud más cercana se considera satisfactoria. El 95% de los ciudadanos se encuentran en los intervalos de tiempo validos de desplazamiento. Solo el 5% del total de los ciudadanos reside fuera de cobertura.

Sin embargo, la cobertura de acuerdo a los territorios asignados a cada unidad de salud es menor, los pacientes requieren más tiempo para llegar a la unidad de salud. En consecuencia la red de salud no aprovecha satisfactoriamente el potencial de cobertura que existe según la infraestructura vial del Municipio. En otros unidades de salud existe una sobre posición espacial de cobertura, unas comunidades tienen doble beneficio mientras que otras comunidades se encuentran fuera cobertura, están excluidas.

Los intervalos de tiempo por nivel de accesibilidad eventualmente pueden no tener consenso por otras autoridades de salud. Quizás se proponga definirlos con otros intervalos de tiempo. Sin embargo, este resultado es una referencia importante, es un ejercicio valido en la estrategia de la analítica espacial para mejorar la organización de la red de salud en la búsqueda de una mejor articulación del territorio. Este análisis ofrece otra perspectiva más realista en la asignación de población a las unidades de salud porque se basa en el desplazamiento que los usuarios realizan a través de la red vial.

En la actualidad los análisis encaminados a mejorar la accesibilidad a los equipamientos de servicio, en este caso el acceso de los pacientes con el menor tiempo a las unidades de salud, es un aporte clave que beneficia a la institución y la población usuaria de los servicios.

Lograr una zonificación del territorio que permita reducir los tiempos de desplazamiento e incrementar la cobertura, es una de las principales contribuciones que se tratan de lograr en la búsqueda de una mayor equidad espacial.

Para alcanzar esta meta es recomendable apoyarse en un Sistema de Información Geográfico (SIG). Esta tecnología es una de las herramientas claves de los procesos exitosos de modernización de las instituciones principalmente las que tienen como escenario de operaciones brindar servicios a la comunidad.

XII. Recomendaciones.

- Se sugiere analizar la opción de unificar las unidades de salud que tienen el mismo espacio de cobertura. Por ejemplo, el puesto de salud Warter Ferrety situado casi en su totalidad dentro de la cobertura espacial del primer intervalo del Centro de Salud Perla María Norori e incluido totalmente en el segundo intervalo. La mayoría de la población atendida en el puesto de salud Walter Ferrety viajaría menos de 10 minutos para llegar al Centro de Salud Perla María Norori, el resto se tarda únicamente menos de 20 minutos.
- Si se amplía la cobertura del Puesto de Salud Santa Ana, que también se encuentra en el primer intervalo de cobertura del Centro de Salud Perla María, se podrá incorporar parte de la población que esta fuera de cobertura en la zona rural.
- Si se aplica esta misma opción al Puesto de Salud Osman Ríos se podrá integrar otro sector importante de la zona rural que se encuentra también fuera de cobertura.
- Se sugiere explorar la posibilidad de redefinir la sectorización de algunas unidades de Salud. En el análisis comparativo se aprecia que la división territorial

actual incrementa los tiempos de desplazamiento, como opción de solución se recomienda delimitar los territorios, de acuerdo a la ruta más corta del lugar de residencia del paciente con respecto a la unidad de salud más cercana.

- Presentar iniciativas debidamente documentadas a las autoridades del ministerio de transporte sobre prioridades de nuevos segmentos de caminos, es otra de las posibilidades de ampliar las coberturas. En el ejemplo del puesto de salud La Leona, se observa el beneficio que la población tendría con la construcción o rehabilitación de caminos históricos que se han perdido a causa de la privatización de los suelos. Rehabilitar esos caminos históricamente comunales, gestionar la apertura de otros, son opciones recomendadas para incrementar el acceso a los equipamientos.

Los beneficios al reducir los tiempos de acceso a los equipamientos, son esenciales para el desarrollo de la comunidad entre estos beneficios se destacan:

- Reducción de los tiempos de desplazamiento de la población
- Mayor nivel de organización del ministerio de salud.
- Reducción de tiempo en llegar el personal de salud la casa de habitación del paciente.
- Reducción de los costos en movilización del personal de salud a la comunidad.

Se espera que este trabajo contribuya a incrementar la motivación de continuar incorporando en el sector salud la tecnología de los Sistemas de Información Geográfico (SIG) como una herramienta de avanzada en las extraiga orientadas a modernizar la administración de salud comunitaria.

VIII. Bibliografía.

1. Ángel Manuel Felicísimo. Biólogo. Modelo digital de elevación y descripción de relieve.
2. Antonio Fernández Ortiz. Métodos topográficos, Año 2004.
3. Angélica Reyna. El uso de los SIG en el análisis demográfico en situaciones de desastres. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
4. Boletín Epidemiológico de la OPS, Marzo 1996.
5. Calvo Palacios, J.L y Pueyo Campos, A. (1989). La adecuación de equipamientos y servicios mediante la técnica de potenciales.
6. Enrique Loyola, Carlos Castillo-Salgado, Patricia Nájera-Aguilar, Manuel Vidaurre, Oscar J. Mujica¹ y Ramón Martínez-Piedra Los sistemas de información geográfica como herramienta para monitorear las desigualdades de salud
7. Giraldez García, Carlos Gonzalo. Análisis espacial en salud mental: el caso del hospital Vilardebó de Montevideo Uruguay, año 2009
8. Gustavo Rego Veiga Universidad de A Coruña transferencias y equidad espacial la financiación de infraestructuras y equipamientos básicos.
9. Henry F. Korth, Abraham Silverschatz. Fundamentos de Bases de Datos.
10. Iñaki Moro Deordal, Jagoba Villaescusa Ealo. Dpto. de Geografía, Prehistoria Arqueología Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea Vitoria-Gasteiz. Estudio de la Accesibilidad Espacial de los Centros de Enseñanza Primaria en Bilbao.
11. Influencia hospitalaria a través del análisis espacial en SIG-raster: un aporte metodológico.
12. Instituto Internacional de Geo_Información. Aplicación SIG para la evaluación de la amenaza sísmica y el riesgo asociado.
13. Instituto Internacional de Geo_Información. Aplicación SIG para la evaluación de la amenaza sísmica y el riesgo asociado.
14. Iván Santiago, fundamentos de ArcGis, versión 9.1 tutorial de lectura 2005.

15. Joaquín Bosque, Sandra, Antonio Moreno Jiménez, Universidad de Alcalá de Henares (UAH), Alcalá, España. Localización-asignación y justicia/equidad espacial con sistemas de información geográfica
16. Josef Strobl, Richard Resl. Análisis Espacial y Sus Métodos.
17. L. Bosque Sendra, m. Gómez Delgado y F. Palm Rojas, Un nuevo modelo para localizar instalaciones no deseables: ventajas derivadas de la integración de modelos de localización-asignación y SIG.
18. Liliana Ramírez, Joaquín Bosque Sendra, Localización de hospitales: Analogías y diferencias del uso del modelo p-mediano en SIG raster y vectorial, año 2001.
19. Marcos M. Garcia Velasco. Equidad espacial y equipamiento local: La política de cooperación local y los planes provinciales. Año 19989.
20. Ramírez Mirta Liliana. Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades UNNE. Av. Argentina. Empleo de modelos de localización incorporados en SIG para definir la ubicación óptima de equipamientos hospitalarios
21. Richard Resl. Atributos y Bases de Datos Espaciales.
22. Rodríguez, F.Silió, F. García, J.C. El Abandono de Andenes. Elaboración de un Modelo de Accesibilidad y Cartografía en un entorno SIG: El caso del valle del Colca, Perú
23. Salomón González Arellano. UAM-Cuajimalpa. Observatorio ciudadano de la Ciudad de México, seminario sobre justicia espacial.
24. Sanabria J. Hernández, T Díaz, C. Gutiérrez García, H. Prototipo modelo espacial, a partir de un SIG para el análisis de la cobertura y calidad del servicio salud en la comuna 2 de Villavicencio Orinoquia, Diciembre- 2008, Universidad de Los Llanos Villavicencio, Colombia.
25. Strobl, Richard Resl. Fundamentos: Modelos y estructura de Datos Espaciales.
26. Strobl J., Resl Richard. (2000). Análisis espacial avanzado.
27. Strobl J., Resl Richard. (2000). Modelos Orientación e Introducción en Sistemas de Información Geográfica.
28. The geographic Information System for Everyone (ESRI).
29. VIII Censo de Población y IV de Vivienda. Cifras oficiales Nicaragua, Mayo 2006.

Anexos.

Rutas y distancia en kms entre los Centros y Puestos de Salud.				
Centro de Salud	Zona	No	Unidad de Salud	Kms
Mantica Berio	Urbana	M1	Mantica Berio	0.000
	Urbana	M2	Benjamin Zeledón	1.014
	Urbana	M3	William Rodríguez	1.833
	Urbana	M4	William Fonseca	3.848
	Urbana	M5	Primero de Mayo	1.538
	Urbana	M6	Oscar Pérez	2.532
	Rural	M7	El Tololar	7.857
	Rural	M8	La Ermita	10.293
Perla María	Urbana	P1	Perla María Norori	0.000
	Urbana	P2	La Arrocerá	3.332
	Urbana	P3	Villa 23 de Julio	3.029
	Urbana	P4	Rubén Darío	4.795
	Urbana	P5	El Calvarito	1.762
	Urbana	P6	Fundeci	2.040
	Urbana	P7	Santa Ana	0.831
	Urbana	P8	Walter Ferreti	0.860
	Urbana	P9	Los Poetas	6.363
	Rural	P10	Omar Torrijos	24.492
	Rural	P11	La Ceiba	9.449
	Rural	P12	Miramar	23.566
	Rural	P13	La Leóna	11.608
	Rural	P14	Chacaraseca	10.281
	Rural	P15	Las Lomas	16.883
Sutiava	Urbana	S1	Sutiava	0.000
	Urbana	S2	La Providencia	1.620
	Urbana	S3	Osman Ríos	2.402
	Rural	S4	Goyena	9.107
	Rural	S5	Poneloya	17.892
	Rural	S6	Troilo	10.991
	Rural	S7	Abangasca Central	6.264

Mapa distancia del Centro de Salud a los Puestos de Salud.

