



# Master Thesis | Tesis de Maestría

submitted within the UNIGIS MSc programme  
presentada para el Programa UNIGIS MSc

at/en

Interfaculty Department of Geoinformatics- Z\_GIS  
Departamento de Geomática – Z\_GIS  
University of Salzburg | Universidad de Salzburg

**Modelo de reordenamiento de la oferta educativa en el Distrito 16D02  
Arajuno – Educación, provincia Pastaza, Ecuador.**

**Model for reordering the educational offer in District 16D02 Arajuno – Education,  
Pastaza Province, Ecuador.**

by/por

**Fredy Darwin Mamallacta Cerda**

01655593

A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of  
the degree of  
Master of Science– MSc  
Advisor | Supervisor:

**Carlos Mena PhD**

**Puyo - Ecuador, 14 de octubre del 2019**

## Compromiso de Ciencia

Por medio del presente documento, incluyendo mi firma personal certifico y aseguro que mi tesis es completamente el resultado de mi propio trabajo. He citado todas las fuentes que he usado en mi tesis y en todos los casos he indicado su origen.

Puyo, 14 de octubre del 2019



---

(Lugar, Fecha)

Firma

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios Todopoderoso, por la vida y sobre todo por haberme permitido culminar mi formación profesional.

A mi esposa por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional para lograr tan anhelada meta.

A mi madre por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Todopoderoso por un sueño y esperanza hecha realidad.

A todos los profesores de UNIGIS por el compromiso y trabajo arduo del proceso de enseñanza de la ciencia del Sistema de Información Geográfica.

A Karl Atzmanstorfer por su guía y apoyo como profesor designado para dirigir el desarrollo de la tesis, así como a toda la familia UNIGIS por permitirme cumplir mi meta de formación profesional.

A mi esposa, familia y todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto de investigación.

## RESUMEN

Esta investigación presenta a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como el aporte científico que establece modelos de análisis espacial a través de herramientas de georreferenciación y Network Analyst en los procesos de reordenamiento de la oferta educativa. La georreferenciación permite obtener la ubicación de los establecimientos educativos. La herramienta Network Analyst da respuesta a dos preguntas de investigación, en temas de: Áreas de intervención de los servicios educativos y la localización óptima de las instituciones educativas.

El Distrito 16D02 Arajuno - Educación del cantón Arajuno, provincia de Pastaza, Ecuador, tiene facultad de planificación, coordinación, gestión y control del funcionamiento de la oferta educativa de 8 circuitos educativos para un total de 70 instituciones educativas dispersos en todo el territorio cantonal. Existen 7 unidades educativas que ofrecen educación completa, es decir, con servicios educativos desde primero de educación inicial a tercero de bachillerato.

Los principales resultados parten desde el análisis de los datos espaciales de georreferenciación para la ubicación de los establecimientos educativos para determinar las áreas de servicio, con distancias establecidas que muestran la cobertura de atención de la oferta educativa. También, se identificó la localización óptima de las instituciones educativas para cubrir la cobertura del déficit de la demanda educativa.

En conclusión, la aplicación de las herramientas SIG y el Método de Evaluación Multicriterio (EMC) del Método Jerárquico Analítico (AHP) contribuye a la selección y planteamiento del modelo de reordenamiento de la oferta educativa. El resultado del método es la repotenciación de los establecimientos educativos como prioridad de *ranking* 1 conforme la aplicación.

### **Palabras Clave:**

Sistema de Información Geográfica.

Evaluación Multicriterio.

Modelo Jerárquico Analítico.

## **ABSTRACT**

In this research, Geographic Information Systems (GIS) are the scientific contribution for establishing spatial models through georeferencing and network analysis for the rearrangement of the educational offer in the province of Pastaza, Ecuador. Georeferencing tools provide the location of educational establishments, whereas the Network Analyst allows identifying areas of intervention of educational services and the optimal location of educational institutions.

The District 16D02 Arajuno - Education of Arajuno county, province of Pastaza, Ecuador is in charge of planning, coordinating, managing, and controlling the educational offer of eight educational circuits and a total of 70 educational institutions scattered throughout the county.

The main results of this research are based on analyzing georeferenced data for the location of educational establishments and thus determine the areas of service throughout established distances that show the coverage of the educational offer. It also identified the optimal location of educational institutions to cover the deficit in educational demand.

In conclusion, the application of GIS tools in a Multi-Criteria Evaluation (MCE), based on the Analytical Hierarchical Method (AHP), contribute to the selection and implementation of the reordering model of the educational offer in the study area.

### **Keywords:**

Geographic Information System.

Multicriteria Evaluation.

Analytical Hierarchical Model.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	1
ABSTRACT.....	2
LISTA DE TABLAS .....	6
LISTA DE FIGURAS .....	8
LISTA DE MAPAS.....	9
LISTA DE ABREVIATURAS.....	10
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Antecedentes del problema.....	11
1.2. Objetivos y preguntas de investigación .....	12
1.3. Hipótesis .....	13
1.4. Justificación .....	13
1.5. Alcance .....	14
CAPÍTULO 2. REVISION DE LITERATURA .....	15
2.1. Marco teórico .....	15
2.2. Marco histórico.....	26
2.3. Marco metodológico .....	30
2.3.2. Áreas de influencia.....	33
2.3.3. Análisis de redes o grafos .....	34
2.3.4. Evaluación Multicriterio .....	40
CAPITULO 3. METODOLOGÍA.....	51
3.1. Área de estudio .....	51
3.1.1. Ubicación geográfica.....	51

3.1.2. Característicos demográficos y socio-económicos .....	53
3.1.3. Descripción y características de la educación en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación .....	55
3.2. Datos e información .....	58
1.2.1. Datos de nivel interno de la institución .....	59
1.2.2. Datos del nivel externo.....	60
3.3. Metodología .....	60
3.3.1. Flujograma de la metodología .....	60
3.3.2. Pasos metodológicos .....	61
CAPITULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	77
4.1. Resultados .....	77
4.1.1. Análisis territorial de la oferta educativa .....	77
4.1.2. Áreas de intervención del servicio educativo .....	81
4.1.3. Localización óptima de los servicios educativos.....	86
4.1.4. Análisis de la alternativa del reordenamiento de la oferta educativa.....	93
4.2. Discusión de resultados .....	102
4.2.1. Análisis territorial de la oferta educativa .....	102
4.2.2. Áreas de intervención del servicio educativo .....	103
4.2.3. Localización óptima de los servicios educativos.....	104
4.2.4. Selección de la alternativa del reordenamiento de la oferta educativa .....	105
CAPITULO 5. CONCLUSIONES.....	109
5.1. Breve resumen de los resultados .....	109
5.1.1. Análisis de la oferta educativa.....	109

5.1.2. Áreas de intervención de los servicios educativos de las instituciones educativas.....	109
5.1.3. Localización óptima de los servicios educativos de las instituciones educativas.....	110
5.1.4. Alternativa viable en el reordenamiento de la oferta educativa .....	110
5.1.5. Accesibilidad al servicio educativo conforme el modelo de reordenamiento de la oferta educativa .....	111
5.2. Valoración de las aportaciones específicas logradas .....	111
CAPITULO 6. RECOMENDACIONES.....	113
Capítulo 7: BIBLIOGRAFIA .....	114
Capítulo 8: ANEXO .....	127



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Principales sistemas de referencia .....	32
Tabla 2: Principio de la consistencia lógica.....	43
Tabla 3: Índices Aleatorios por tamaño de matriz .....	44
Tabla 4: Proceso de cálculo de ponderaciones .....	48
Tabla 5: Proyección de la población por área geográfica en el cantón Arajuno al 2019.. .....	53
Tabla 6: Población Económicamente Activa de 5 años y más, por sexo según ramas de actividad del cantón Arajuno.....	54
Tabla 7: Población del cantón Arajuno, de 5 años y más, por sexo y áreas, según niveles de instrucción.....	55
Tabla 8: Oferta educativa de las instituciones educativas.. .....	56
Tabla 9: Circuitos educativos por oferta educativa de los establecimientos.. .....	62
Tabla 10: Distancias máximas recomendadas para el recorrido de estudiantes por niveles en el área urbana.. .....	64
Tabla 11: Distancias máximas estimadas para el recorrido de estudiantes por niveles en el área rural.. .....	65
Tabla 12: Descripción de mapas de áreas de intervención de servicio educativo de las instituciones educativas conforme el nivel educativo que ofertan. ....	65
Tabla 13: Descripción de mapas de localización óptima de las instituciones educativas con oferta educativa que cubren la demanda de los servicios educativos de los establecimientos educativos. ....	67
Tabla 14: Variables e indicadores de los criterios para el reordenamiento de la oferta educativa...69	
Tabla 15: Matriz de comparación de alternativas para la obtención de la ponderación y vector propio del criterio costo de transporte. ....	72
Tabla 16: Matriz de comparación de alternativas para la obtención de la ponderación y vector propio del criterio de costo de mantenimiento.. .....	72
Tabla 17: Matriz de comparación de alternativas para la obtención de la ponderación y vector propio del criterio de inversión de infraestructura nueva.....	73
Tabla 18: Matriz de comparación de alternativas para la obtención de la ponderación y vector propio del criterio de atención de la demanda educativa .....	73
Tabla 19: Matriz de comparación de criterios para la obtención de la ponderación y vector propio de criterios. ....	74
Tabla 20: Matriz de resumen de ponderaciones y vectores propios de las alternativas por cada criterio.. .....	74

Tabla 21: Resumen de razón de consistencia de cada matriz de alternativas por cada criterio, y la comparación entre criterios.. .....	75
Tabla 22: Índice de comparaciones y ranking de alternativas. ....	76
Tabla 23: Análisis de sensibilidad del criterio costo de transporte.....	94
Tabla 24: Análisis de sensibilidad del criterio costo de mantenimiento de infraestructura. ....	96
Tabla 25: Análisis de sensibilidad del criterio inversión en infraestructura educativa.....	98
Tabla 26: Análisis de sensibilidad del criterio atención de la demanda educativa.....	100
Tabla 27: Instituciones educativas de Educación Básica Media.....	127
Tabla 28: Instituciones educativas de Educación Inicial, Básica Media y Básica Superior.....	128
Tabla 29: Instituciones educativas con oferta educativa completa.....	128

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Nuevo modelo de gestión.....	24
Figura 2: Componentes de una red.....	35
Figura 3: Algoritmo de Dijkstra para la obtención la longitud mínima desde el nodo 1 hacia el nodo 6..	37
Figura 4: Área de servicio del tiempo que toma a la compañía de Bomberos para atender la llamada.....	38
Figura 5: Mapa que muestra el organismo de socorro de mejor ubicación de la ciudad de Manizales.....	39
Figura 6: Modelo jerárquico para la toma de decisiones con el AHP.....	41
Figura 7: Escala de proporciones de Saaty.....	42
Figura 8: Flujograma de los pasos para la aplicación de la EMC mediante AHP..	45
Figura 9: Aspectos para la identificación de criterios.....	46
Figura 10: Construcción de la matriz de comparaciones.....	47
Figura 11: Construcción de la matriz de comparaciones.....	49
Figura 12: Ranking de alternativas o proyectos.....	49
Figura 13: Población del cantón Arajuno, según sexo..	53
Figura 14: Pirámide la población del cantón Arajuno ..	54
Figura 15: Instituciones educativas según el número de docentes. ....	57
Figura 16: Acceso de transporte de las instituciones educativas.....	58
Figura 17: Instituciones educativas por nacionalidad indígena predominante.....	58
Figura 18: Flujograma de metodología.....	61
Figura 19: Análisis para la identificación de criterios..	68
Figura 20: Modelo Jerárquico..	70
Figura 21: Análisis de sensibilidad del criterio costo de transporte. ....	95
Figura 22: Análisis de sensibilidad del criterio costo de mantenimiento de infraestructura.....	97
Figura 23: Análisis de sensibilidad del criterio inversión en infraestructura educativa. ....	99
Figura 24: Análisis de sensibilidad del criterio atención de la demanda educativa .....	101

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Ubicación del Distrito 16D02 Arajuno Educación.....	51
Mapa 2: Ubicación del cantón Arajuno.....	52
Mapa 3: Ubicación georreferenciada de todas las instituciones educativas que administra el Distrito 16D02 Arajuno – Educación.....	63
Mapa 4: Instituciones educativas que ofertan Educación Básica Media por circuito educativo que son administradas por el Distrito 16D02 Arajuno – Educación..	78
Mapa 5: Instituciones educativas que ofertan Educación Inicial, Básica Media y Básica Superior por circuito educativo que son administradas por el Distrito 16D02 Arajuno – Educación. ....	79
Mapa 6: Instituciones educativas que ofertan Educación Inicial, Básica Media, Básica Superior y Bachillerato por circuito educativo que son administradas por el Distrito 16D02 Arajuno – Educación. ....	80
Mapa 7: Área de intervención de los servicios educativos de las instituciones educativas que ofertan Educación Básica (Primero a Séptimo grado) en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación...82	
Mapa 8: Área de intervención de los servicios educativos de las instituciones educativas que ofertan Educación Inicial, Básica Media y Básica Superior en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación.....	83
Mapa 9: Área de intervención de los servicios educativos de las instituciones educativas que ofertan desde Educación Inicial, Básica Media, Básica Superior y Bachillerato del Distrito 16D02 Arajuno – Educación.....	84
Mapa 10: Área de intervención de los servicios educativos de las instituciones educativas con más de 90 estudiantes distribuido por circuito educativo del Distrito 16D02 Arajuno – Educación.....	85
Mapa 11: Localización óptima de las instituciones educativas con oferta educativa de Educación Básica Superior que cubren la cobertura de demanda de los establecimientos de Educación Básica Media.....	87
Mapa 12: Localización óptima de unidades educativas con oferta educativa completa que cubren el requerimiento de oferta de bachillerato de las instituciones educativas que ofertan hasta Educación Básica Superior.....	88
Mapa 13: Localización óptima de los establecimientos educativos con oferta educativa completa para la accesibilidad de todas las instituciones educativas demandantes. ....	89
Mapa 14: Localización óptima de las unidades educativas e instituciones educativas que requieren la creación del Bachillerato para cubrir la cobertura de demanda del Bachillerato en todos los establecimientos educativos.....	90
Mapa 15: Localización óptima de las instituciones educativas para maximizar la cobertura de la oferta educativa del bachillerato con un tiempo máximo de recorrido de 280 minutos..	91
Mapa 16: Localización óptima de 3 instituciones educativas como alternativa para repotenciar con infraestructura y equipamientos para maximizar la cobertura de la oferta educativa del bachillerato. ....	92

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**AHP:** Proceso Analítico Jerárquico.

**AMIE:** Archivo Maestro de Instituciones Educativas.

**COOTAD:** Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.

**DAFO:** Análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.

**EMC:** Evaluación Multicriterio.

**GPS:** Sistema de Posicionamiento Global.

**LOEI:** Ley Orgánica de Educación Intercultural.

**MINEDUC:** Ministerio de Educación.

**NMGE:** Nuevo Modelo de la Gestión de la Educación.

**OT:** Ordenamiento Territorial.

**PIB:** Producto Interno Bruto.

**PNUD:** Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

**RC:** Relación de Consistencia.

**SENPLADES:** Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo.

**SGDB:** Sistema de Gestión de Base de Datos.

**SIG:** Sistema de Información Geográfica.

**SIIE:** Sistema Integrado de Información Educativa.

**TIN:** Red Irregular de Triángulos.

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes del problema**

La Constitución de la República del Ecuador en su Artículo 227 establece que: “La administración pública constituye un servicio a la colectividad que se rige por los principios de eficacia, eficiencia, calidad jerarquía, desconcentración, descentralización, coordinación, participación, planificación y evaluación”.

La Autoridad Educativa Nacional de Educación, de conformidad al Artículo 25 de la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), se encuentra estructurada por cuatro niveles de gestión: Uno a nivel central y tres de gestión desconcentrada: Zona, distrito y circuitos interculturales y bilingües. Según Acuerdo Ministerial No. 0015-14, suscrito por el señor Augusto Espinosa, Ministro de Educación, cierra las Direcciones Provinciales de Educación Hispanas y Bilingües, las cuales son asumidas por las nuevas unidades administrativas denominadas Direcciones Distritales de Educación.

En el marco del Nuevo Modelo de Gestión de la Educación (NMGE) constituye la desconcentración territorial, así también la Autoridad Educativa Nacional expidió el Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por procesos del Ministerio de Educación, mediante Acuerdo Ministerial No. 020-12, de fecha 25 de enero del 2015, que establece las atribuciones y responsabilidades de los niveles desconcentrados.

El Ministerio de Educación con la implementación del NMGE efectuó el reordenamiento de la oferta educativa dentro de cada distrito con sus respectivos circuitos educativos, a pesar de la aplicación del modelo el sistema educativo, aún arrastra la problemática de reorganización de la oferta educativa, a través del área de influencia, localización y acceso a los servicios educativos.

El análisis de la situación de los establecimientos educativos constituye la explicación de la problemática del reordenamiento de la oferta educativa en las instituciones educativas, que se encuentran en la zona rural y de difícil acceso del cantón Arajuno de la provincia de Pastaza, Ecuador.

En este contexto, con el objeto de desconcentrar el sistema educativo, implica la revisión de la información de los centros educativos, la conformación de los circuitos educativos y el modelo de planificación territorial, en base a la diversidad y características de situación geográfica.

## **1.2. Objetivos y preguntas de investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Diseñar un modelo de interacción espacial de reordenamiento de la oferta educativa, en las instituciones educativas del Distrito 16D02 Arajuno – Educación, en el cantón Arajuno, provincia Pastaza, Ecuador.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Analizar las ofertas educativas que brindan las instituciones educativas, de cada circuito educativo en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación.
- Determinar el área de intervención del servicio educativo para los usuarios, de cada institución educativa dentro de los circuitos educativos del Distrito 16D02 Arajuno – Educación.
- Establecer la localización óptima de las instituciones educativas en el marco del reordenamiento de la oferta educativa del Distrito 16D02 Arajuno – Educación.
- Determinar la alternativa viable para el proceso de reordenamiento territorial de la oferta educativa del Distrito 16D02 Arajuno – Educación.

### **1.2.3. Preguntas de investigación**

- ¿Cómo está la distribución actual de la oferta educativa que brindan las instituciones educativas, de cada circuito educativo en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación?
- ¿Cuál es el área de intervención del servicio educativo para los usuarios de cada Institución Educativa dentro de los circuitos educativos del Distrito 16D02 Arajuno – Educación??
- ¿Cuáles son las localizaciones óptimas de las instituciones educativas en el marco del reordenamiento de la oferta educativa del Distrito 16D02 Arajuno – Educación?
- ¿Qué alternativa se determina como viable para el proceso de reordenamiento territorial de la oferta educativa del Distrito 16D02 Arajuno – Educación?

### **1.3. Hipótesis**

Con un diseño del modelo de reordenamiento de la oferta educativa habrá mayor accesibilidad a un servicio educativo de calidad que brindan las instituciones del Distrito 16D02 Arajuno – Educación, en el cantón Arajuno, provincia Pastaza, Ecuador.

### **1.4. Justificación**

El sistema educativo ecuatoriano arrastra la problemática en aspectos de calidad y cobertura, ya que los modelos implementados no dan los resultados esperados dentro de una sociedad en desigualdad de condiciones. En este contexto, la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador (SENPLADES) expide el registro oficial N.º 290, mediante la cual conformó en 9 zonas de planificación con 140 distritos y 1134 circuitos administrativos, con el objeto de descentralizar y desconcentrar las instituciones públicas. El modelo de planificación territorial de estado ecuatoriano no tiene las mismas condiciones administrativas por la diversidad y características de situación geográfica.

Palacio et al. (2004) definen como estrategia de carácter técnico y político el ordenamiento. Este concepto define la ordenación de la oferta educativa como un tema para reorganizar las instituciones educativas en cada circuito educativo. Según Cervantes et al. (2012) establece el Sistema Nacional de Educación conforme la Constitución de la República del Ecuador y LOEI, donde el Ministerio de Educación desconcentra la administración en zonas, distritos y circuitos educativos, y la aplicación del NMGE establece el reordenamiento de la oferta educativa completa. La política de la cartera de estado es la educación de calidad para la niñez y la juventud en las instituciones educativas.

El Ministerio de Educación del Ecuador, administra el sistema de educación nacional, para mejorar la accesibilidad a la educación de la población estudiantil ha implementado el modelo de gestión de la educación, a través del reordenamiento de la oferta educativa que no ha logrado el resultado esperado especialmente en las instituciones educativas del sector rural y de difícil acceso del Distrito 16D02 Arajuno – Educación en la Provincia de Pastaza.



En razón de atender la demanda y accesibilidad de los estudiantes y los padres de familia a una institución educativa, dentro de cada circuito educativo, para el servicio educativo en el ámbito de aprendizaje y gestión de trámites en territorio, se propone la reorganización de la oferta educativa de las instituciones educativas y la administración en el territorio del sector rural y zonas de difícil acceso geográfico. El presente estudio expone diseñar un modelo de reordenamiento de la oferta educativa, en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación, en el cantón Arajuno, provincia de Pastaza, Ecuador.

### **1.5. Alcance**

La investigación se realiza en las instituciones educativas de la Dirección Distrital 16D02 Arajuno – Educación, ubicado en el cantón Arajuno de la provincia de Pastaza.

En la actualidad, las instituciones educativas no brindan la accesibilidad a los niños, niñas y jóvenes, debido a la dispersión y la dificultad de llegar fácilmente a los centros de estudios. Entonces es necesario realizar el análisis y planteamiento de la localización y accesibilidad de la población estudiantil y las instituciones educativas según la oferta educativa. En este contexto, el rol del Sistema de Información Geográfica (SIG) y la Evaluación Multicriterio (EMC) constituye una herramienta fundamental para el reordenamiento territorial de las instituciones educativas, vistas desde su localización de sus poblaciones comunitarias del área rural y su accesibilidad hacia las instituciones educativas.

La propuesta metodológica del diseño de reordenamiento de la oferta educativa de las instituciones educativas que pertenecen al Distrito 16D02 Arajuno - Educación puede ser útil como un documento a disposición de la dirección distrital y del Ministerio de Educación del Ecuador, como una guía y un punto de partida para que sean considerados en la construcción de modelos de ordenación territorial a nivel nacional.

## **CAPÍTULO 2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. Marco teórico**

#### **2.1.1 Ordenamiento territorial**

Gómez (1994) define a la ordenación territorial como la proyección espacial de temas como las políticas sociales, culturales, ambientales y económicas de la población. Entonces, el ordenamiento territorial, según Sánchez (2009), consiste en vincular a la población y sus actividades con el territorio y sus atributos, determinado por la estrategia y las actividades que la configuran en función de los valores e intereses de la población.

Álvarez (2010) indica que el ordenamiento territorial es como un instrumento de planificación, involucra a todos los actores dentro del ámbito de una jurisdicción con lineamiento definidos sobre un territorio con acuerdos para el buen uso de los recursos existentes con una visión integral y planificación de desarrollo socioeconómico de la población.

Gómez (2014) hace referencia que ordenar significa poner cada cosa en su sitio; el “sitio” define que es el territorio. En tal efecto, ordenar un territorio significa identificar, distribuir, organizar y regular las actividades humanas en ese territorio, de acuerdo con ciertos criterios y prioridades. Define que la ordenación del territorio utiliza, de forma interdisciplinar, conocimientos científicos en el diseño técnico del modelo territorial y en su gestión. Desde el punto administrativo, la ordenación del territorio es una función pública, vinculada a controlar las actividades humanas en el control de problemas y desequilibrios en territorio.

La ordenación territorial se refiere a un sistema territorial, que es la construcción social inevitable del desarrollo de un pueblo, comunidad o asentamiento poblacional. El sistema territorial y el modelo es una proyección espacial de desarrollo de la sociedad en el espacio que representa, ya que estrategias distintas de desarrollo económico, social y ambiental llevan a modelos distintos de organización social (Gómez, 2014).

Según Gutiérrez y Urrego (2011) la ordenación territorial es:

La sistematización de la planeación por medio de los (SIG), más que una novedad informática, es la manifestación de llevar a terrenos más técnicos y depurables tanto a la realización como al norte sobre el que se instituye el ordenamiento territorial. Responde al llamado que se hace para que ambos momentos territoriales correspondan a un balance entre las intenciones de quienes asumen la dirección territorial, municipal o departamental (p. 254).

La planificación y ordenamiento de territorio tiene un papel decisivo en el reequilibrio y la igualdad económica y social entre distintos ámbitos espaciales y sociales, y en la mejora de la calidad de vida. Pero, al mismo tiempo, también en la conservación de los ecosistemas y los valores naturales de nuestro planeta (Fernández, Pardo, Martín, y Cocero, 2011).

Por lo tanto, la ordenación del territorio emplea, de forma interdisciplinar, el conocimiento científico para analizar y diagnosticar la realidad territorial, para diseñar un sistema territorial futuro y para la gestión para obtener el resultado (Fernández et al., 2011).

En la presentación del espacio territorial de la investigación, el análisis espacial constituye una serie de técnicas matemáticas y estadísticas de datos distribuidos en el espacio geográfico (Fuenzalida, Buzai, Moreno Jiménez, y García de León, 2015).

La metodología en la investigación del presente estudio está orientada en la aplicación de SIG como herramientas indispensables, en la gestión y ordenación territorial de carácter espacial de las instituciones educativas en territorio (Asociación de Geógrafos Españoles, 2002).

El análisis multicriterio del área de estudio con la aplicación del SIG, permite captar, almacenar, procesar y entregar información gráfica (Baeriswyl, 2001; Llopis, 2010; Navarro, 2011).

Para planificar una distribución más eficaz y eficiente de ordenamiento territorial de las instituciones educativas, se aplica la metodología de análisis espacial multicriterio usando SIG, así como en la asignación óptima de usos de suelos (Bosque y García, 2000; Delgado y Cano, 2006; Gómez, 2008).

Para desarrollar el ordenamiento territorial, es necesario reconocer y caracterizar tres componentes: 1) Los valores e intereses de la sociedad, que permita establecer un marco de referencia para realizar la jerarquización de todas las alternativas que se presentan en territorio; 2) los sistemas naturales incluidos sus factores y su funcionamiento: esto significa que los diferentes atributos pueden experimentar modificaciones en el transcurso del tiempo; y 3) el diseño territorial actual, que constituye la expresión acumulada de características de una población de un territorio a nivel de desarrollo en los aspectos sociales, culturales y tecnológicos a través de la historia con sus errores y aciertos (Sánchez, 2009).

### **2.1.2 Diagnóstico territorial**

En este tema, el diagnóstico territorial constituye una etapa básica de análisis del sistema territorial, que define como “diagnóstico de un territorio particular toda descripción, desde una base teórica y espacial predeterminada, de la problemática del mismo” que implica tomar en consideración la problemática y las causas de la situación del fenómeno (Segado, García, y Rosique, 1996, p. 14).

Diagnóstico es la descripción de la situación actual, es decir, cómo se inicia el estudio dentro de un territorio determinado. Esto implica la presentación clara y detallada de todos los aspectos del problema objeto de investigación con la finalidad de buscar las posibles alternativas de solución (Ortegón, Pacheco y Roura, 2005).

El diagnóstico territorial debe indicar el fenómeno o variables en estudio, “cuando su propósito sea reflejar la problemática de un ámbito espacial determinado” (Romero et al., 2008, p.13), lo que significa realizar un análisis de la totalidad de información necesaria para la ordenación territorial.

Vega Mora (2002) señala que los diagnósticos territoriales constituyen:

Procesos dinámicos de búsqueda, organización y manejo de información para la identificación, priorización y análisis estratégico de las problemáticas y potencialidades territoriales, que orienten la formulación de los objetivos específicos y de las soluciones tanto estratégicas como operativas requeridas para prevenir, mitigar o eliminar las problemáticas y optimizar las potencialidades identificadas (¶).

Noguera, Pitarch y Esparcia (2009) indican que el diagnóstico territorial se desarrolla en una planificación estratégica, que es utilizada para a través del análisis de las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO). Con este diagnóstico se tiene una aproximación de la realidad del estudio.

Para la Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, República Dominicana (PNUD, 2016, p.23) “el diagnóstico territorial es una descripción del comportamiento del territorio, considerando un análisis retrospectivo y actual de las relaciones que se establecen entre el medio natural, el medio social y el medio construido”. En este sentido, el diagnóstico implica recopilar la información, procesamiento de la información y análisis de la información territorial.

### **2.1.3. Evaluación de ordenamiento territorial**

La evaluación “es una valoración y reflexión sistemática sobre el diseño, la ejecución, la eficiencia, la efectividad, los procesos, los resultados (o el impacto) de un proyecto en ejecución o completado” (Ortegón, Pacheco y Prieto, 2005, p.48). El proceso de evaluación se efectúa durante todo el ciclo del proyecto, es decir, se realiza desde la preparación, operación y ejecución del proyecto.

Según Camelo, Solarte, y López (2014), la evaluación de la gestión territorial es un proceso que permite determinar, de forma sistemática y objetiva, el Plan de Ordenamiento Territorial hacia un resultado planificado. Esto significa que la evaluación inicia desde la formulación, operación y ejecución del plan, siempre sujeto a una retroalimentación sobre la base de la planificación.

La evaluación integral del territorio es efectuar una valoración del sistema territorial, dentro de las áreas o unidades territoriales de estudio, que en lo posible permitan evaluar con mayor precisión la localización de oportunidades y limitantes. La evaluación es una valoración y reflexión sistemática respecto al diseño, ejecución, la eficacia y la efectividad de los procesos y los resultados de un proyecto realizado (Méndez y Pascale, 2014).

#### **2.1.4. Zonificación territorial**

La FAO (1997, p. 14) define que una zonificación territorial “divide la superficie en unidades más pequeñas en base a la distribución de suelo, relieve y clima”. Las zonas dependen de las escalas de estudio relacionadas con sus características específicas definidas.

El crecimiento de grandes centros poblados va originando problemas socioeconómicos y ambientales, de igual forma los asentamientos de las poblaciones en áreas impropias de ser habitadas. Estos aspectos crean la necesidad del establecimiento de modelos que consideren variables específicas para proponer la zonificación del uso y ocupación del suelo. Esto implica la contribución del geo-procesamiento, del SIG y del GPS que generen objetivos precisos para la planificación territorial sustentable en áreas urbanas y no urbanas (Sonaglio y Silva, 2009).

La zonificación territorial será un proceso de sectorización de un territorio en unidades homogéneas conforme a criterios que pueden variar a aspectos biofísicos, sociales, culturales, económicos y políticos (Rodríguez, 2007).

En todo proceso de zonificación debe estar presente la decisión política, que permita garantizar la implementación del ordenamiento territorial con la participación de actores para atender los problemas territoriales, a través de un proceso técnico en la generación de conocimientos científicos (Escobal, Ponce, Damonte y Glave, 2012).

De acuerdo a Bailón (2014-2019) alcalde del Gobierno Descentralizado de Jaramijó (periodo 2014-2019) una zonificación territorial constituye el proceso de ordenación territorial que definen zonas homogéneas que cumplen condiciones o criterios de las variables a fin de cumplir con los objetivos del área de estudio.

#### **2.1.5. Modelos de localización y accesibilidad óptima**

La accesibilidad geográfica encierra dos dimensiones distintas: Accesibilidad física, conocida también como accesibilidad potencial (existencia de servicios, así como

los medios para llegar a él); y la de accesibilidad socioeconómica o accesibilidad revelada (capacidad de la población para hacer uso del servicio; de que se considere apropiado, normas que regulan su funcionamiento) (Joseph y Phillips, 1984).

La ordenación del territorio hace referencia a un concepto muy amplio, difícil de explicar en una definición concreta, que se emplea de modo diferente según quien la utilice, vista desde los tres elementos principales: Actividades humanas, espacio en la que se ubican o localizan y el sistema que se conforma de la relación entre ambos (Fernández et al., 2011).

Según Gómez (2008), la racionalidad de la localización de las actividades humanas para la ordenación territorial se desarrolla para las zonas de riesgo y procesos naturales (inundación, sismicidad, vulcanismo, etc.). La localización de actividades debe considerar atender a tres criterios:

- Respecto a la capacidad del medio físico. Es la relación del medio físico con las actividades humanas se refiere al grado de idoneidad, es decir, al uso que se puede hacer del medio considerando su fragilidad y potencialidad.
- Funcionalidad: Optimización de las relaciones entre actividades a localizar que proporcione la accesibilidad a recursos naturales, zonas de producción y equipamientos públicos.
- Búsqueda del uso múltiple de los ecosistemas. La ordenación territorial permite las formas de uso y aprovechamiento de los recursos del ecosistema en la medida que éstas sean compatibles y complementarios.

La aplicación del modelo de localización-asignación permite tener localizaciones de la oferta de los establecimientos de servicios en base a la distribución de la demanda y el planteamiento de alternativas para obtener una distribución más eficiente y equitativa. Básicamente, el servicio privado y el público, mejora la eficiencia espacial. Ambos se orientan al mejoramiento de acceso a los servicios (Buzai y Baxendale, 2008).

La accesibilidad de la población a los lugares de trabajo o actividades, la dispersión puede producir una fuerte incoherencia entre la localización de residencia y empleo, que se traduce en lejanía y en la necesidad de inversión en infraestructuras de comunicación, que podría evitarse con una localización más funcional de las actividades (Gómez, 2008). Así como indica que la funcionalidad implica una organización espacial, control del uso del suelo, accesibilidad de la población a la explotación de los recursos territoriales, a los lugares de trabajo, a los equipamientos y servicios públicos, así como la dotación y atención de las mismas.

Existen varias definiciones de la accesibilidad, no existe una definición universal por lo que su interpretación tiene mucha relación según donde y como se aplique. El término accesibilidad es un indicador de distancia que separa a un individuo de un sitio o lugar donde puede satisfacer sus necesidades esenciales de la población: Trabajo, vivienda, salud, educación, etc. (Castro, 2014).

Los principales indicadores de accesibilidad son la separación espacial, oportunidades acumulativas, interacción espacial, utilidad y espacio-temporales. A excepción de los indicadores del primer tipo, todos comparten al menos dos elementos básicos como el costo de transporte entre orígenes y destino, y magnitud de la oferta de servicios; así como pueden incluir muchas variables relacionadas de acuerdo a los objetivos de estudio (Campos y Garrocho, 2006).

El análisis de accesibilidad territorial se parte desde el indicador que muestra con precisión las potencialidades de las regiones, vistas desde el ámbito social y de servicios, como desde la visión económica. Se calculan la accesibilidad que proporcionan la red en territorio la red entre núcleos y la red de cohesión existente aplicando algoritmos mas no menos complejos sobre entornos SIG, para conocer los resultados de la utilidad territorial (García, Rogel, y Pérez, 2004).

El objetivo del modelo de localización-asignación es optimizar el tiempo de servicio en el espacio geográfico, donde el concepto de red es imprescindible como elemento de conectividad para la ubicación y asignación de un servicio concreto (salud, educación, trabajo, etc.), (Rodríguez, 2014).



### 2.1.6. Marco legal

Los temas jurídicos en el Ecuador, respecto a la ordenación territorial, se basan en la Constitución Política de la República del Ecuador aprobada en el año 2008 y el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) y el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas aprobadas en el año 2010, normativas que profundizan las autonomías y descentralización del estado en los diferentes niveles del gobierno regional, provincial, cantonal y parroquial. Las normativas para la planificación y formulación de planes de ordenamiento territorial están alineados a la planificación nacional (González y Chuquihuanga, 2018).

El Artículo 26 de la Constitución de la República del Ecuador determina que la educación es un derecho fundamental de las personas a lo largo de su vida y un deber ineludible e inexcusable del estado, que constituye un área prioritaria de la política pública y de la inversión estatal, garantía de la igualdad e inclusión social y condición indispensable para el buen vivir. El Artículo 227 establece que la administración pública constituye un servicio a la colectividad que se rige por los principios de eficacia, eficiencia, calidad, jerarquía, desconcentración, descentralización, coordinación, participación transparencia y evaluación. El Artículo 241 dispone que la planificación debe garantizar el ordenamiento territorial y es obligatoria en todos los gobiernos autónomos descentralizados. Así como los Artículos 262, 263, 264 y 267 regulan las competencias exclusivas de los gobiernos autónomos descentralizados regionales, provinciales, cantonales y parroquiales rurales, dentro de las cuales se encuentra la formulación de planes de ordenamiento territorial de manera articulada con los otros niveles de gobierno (Constitución de la República del Ecuador, 2018).

El (COOTAD, 2010, art.297) indica que:

El ordenamiento del territorio regional, provincial, distrital, cantonal y parroquial, tiene por objeto complementar la planificación económica, social y ambiental con dimensión territorial; racionalizar las intervenciones sobre el territorio; y, orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible, a través de los siguientes objetivos:

- a) La definición de las estrategias territoriales de uso, ocupación y manejo del suelo en función de los objetivos económicos, sociales, ambientales y urbanísticos;

- b) El diseño y adopción de los instrumentos y procedimientos de gestión que permitan ejecutar actuaciones integrales y articular las actuaciones sectoriales que afectan la estructura del territorio; y,
- c) La definición de los programas y proyectos que concreten estos propósitos (COOTAD, 2010, p. 93).

Conforme el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (2010, p.18), expresa en el Art. 43:

Planes de Ordenamiento Territorial.- Los planes de ordenamiento territorial son los instrumentos de la planificación del desarrollo que tienen por objeto el ordenar, compatibilizar y armonizar las decisiones estratégicas de desarrollo respecto de los asentamientos humanos, las actividades económico-productivas y el manejo de los recursos naturales en función de las cualidades territoriales, a través de la definición de lineamientos para la materialización del modelo territorial de largo plazo, establecido por el nivel de gobierno respectivo.

La LOEI, en el Artículo 25, determina que la Autoridad Educativa Nacional a nivel Nacional y está conformada por cuatro niveles de gestión, uno de carácter central y tres de gestión desconcentrada que son: zonal intercultural y bilingüe, distrital intercultural y bilingüe, y circuitos educativos interculturales y bilingües (LOEI, 2011).

Según Vidal (2012), el sistema educativo ecuatoriano, según los lineamientos de la subsecretaría de reforma democrática del estado e innovación de la gestión pública de la SENPLADES, la tipología de la autoridad Educativa Nacional es de alta desconcentración de la gestión educativa y bajo nivel de descentralización. El Artículo 6 del Acuerdo 020-12 del Estatuto Orgánico de Gestión Organización por Procesos del Ministerio de Educación establece las Facultades de cada nivel de desconcentración que se indica a continuación:

- Nivel central: Rectoría – Regulación – Planificación – Control
- Nivel zonal: Planificación – Coordinación – Control
- Nivel distrital: Planificación – Coordinación – Gestión – Control
- Nivel circuital: Planificación – Coordinación – Gestión – Control

La Figura 1 muestra el NMGE. Es un proyecto que implica la reestructuración del Ministerio de Educación desde la planta central, zonas, distritos y circuitos educativos con el fin de fortalecer los servicios educativos, lo que significa la

desconcentración del servicio público con la racionalización de recursos distribución de competencias y responsabilidades en todos sus niveles, que permitan acercar más a la ciudadanía (MINEDUC, s.f). El NMGE tiene 9 zonas, 140 direcciones distritales y 1,200 circuitos educativos con oferta educativa completa, desde educación inicial, básica y bachillerato, además educación para adultos y educación especial.



Figura 1: Nuevo modelo de gestión. Fuente: (MINEDUC, s.f.).

### 2.1.7. Ordenamiento territorial y educación/servicios educativos

Massiris (2004) manifiesta que el ordenamiento territorial en Latinoamérica es una experiencia reciente. El primer país que tiene referencia en aprobar una ley de ordenamiento territorial fue Venezuela en el año 1983. Desde entonces los países latinoamericanos se organizan para la construcción de una estrategia de desarrollo sustentable desde siete líneas base:

- I. Erradicación de la pobreza,
- II. Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales,

- III. Ordenamiento del territorio,
- IV. Desarrollo tecnológico compatible con la realidad social y natural,
- V. Nueva estrategia económica y social,
- VI. Organización y movilización social,
- VII. La reforma del estado.

En el Perú, como ejemplo, las instituciones educativas están organizadas en Unidades de Servicios Educativos, un modelo de ordenamiento educativo que integra a varios centros educativos (Vargas de Avella, 2003).

Amores et al. (2005) citan que la inexistencia de servicios, tanto para la mujer como para el hombre, pauta la identificación de los servicios de recreación, educación, comercio, bienestar social y salud para los habitantes, que genera la propuesta de para equipar a nivel: Barrial, sectorial, zonal, urbano, y parroquial, que constituye la base de la propuesta del ordenamiento territorial.

En el Ecuador, un acuerdo ministerial del Ministro de Educación (Acuerdo Nr. MINEDUC-MINEDUC-2018-00003-A), expide la normativa para la implementación de redes educativas dentro del sistema educativo nacional en el marco del ordenamiento territorial, a fin de implementar el desarrollo educativo mediante la conformación de redes educativas que serán establecidas por su necesidad y factibilidad, las mismas que pueden ser:

- a) Redes por unión administrativa: Enlazan instituciones educativas a una institución eje que tengan mayor capacidades administrativas y servicios educativos.
- b) Redes de apoyo pedagógico: Las instituciones educativas coordinan, comparten y prestan servicios educativos sin contar una administración común.

La problemática de las políticas sociales y la política de la educación, en la actualidad, constituyen un tema de reflexión y análisis multidisciplinario que originan nuevas formas de organización e innovaciones pedagógicas y administrativas, desde un nuevo paradigma y esquema institucional en América Latina donde le

estado asume la rectoría de la administración de la educación (Arcos y Espinoza, 2008).

Para el proceso de reordenamiento de la oferta educativa, en el año 2012 el MINEDUC propuso identificar en primer lugar en el territorio a las instituciones educativas públicos fiscales y fisco-misionales con las siguientes características:

- “Ubicación geográfica que facilite el acceso de la población al establecimiento.
- Atención a un significativo número de estudiantes del territorio.
- Espacio físico que permita una eventual expansión de su oferta educativa” (Cervantes et al., 2012, p.12).

En el año 2013, el MINEDUC realizó el plan de reordenamiento de la oferta educativa y la respectiva herramienta geoportal, que contiene datos estadísticos educativos, de acuerdo a las necesidades del sector, que permiten desarrollar infraestructuras de calidad, crear instituciones educativas ejes (unidades educativas completas), intervención en sectores más vulnerables, según las Necesidades Básicas Insatisfechas. El reordenamiento de las instituciones educativas garantiza una oferta educativa completa (educación inicial, básica y bachillerato, incluido educación de adultos y educación especial), con una planta de docentes completa e infraestructura en cada uno de los circuitos educativos.

## **2.2. Marco histórico**

### **2.2.1. Aplicaciones del Sistema de Información Geográfica al ordenamiento territorial**

Los SIG permiten avanzar en el conocimiento global y sistémico del espacio en el proceso de ordenamiento territorial, para el efecto utiliza herramientas SIG de acuerdo a los objetivos específicos planteados mediante la sobreposición de acciones simultáneas para un espacio geográfico determinado (Baeriswyl, 2001). Bosque Sendra y Gracia (2000) indican que los Sistemas de Información Geográfica es una herramienta de análisis geográfico, que permite la gestión y descripción del territorio, y el ordenamiento y la planificación del territorio mediante procesos de análisis espacial en temas de gestión, control y planificación.

Para Huerta (1999) los Sistemas de Información Geográficos utilizan información territorial de diversos tipos, en relación a los modelos de datos y a la naturaleza de las variables en estudio. Las informaciones del SIG se encargan de localizar, dimensionar y buscar soluciones a una diversidad de problemas políticos, económicos, sociales, ambientales y culturales, identificando y cuantificando para proponer soluciones a desordenes territoriales (Baeriswyl, 2001).

Para Castellanos (2010) la aplicabilidad de los Sistemas de Información Geográfica en el ordenamiento territorial ofrece una gran variedad de métodos y herramientas para la planeación desde la adquisición de los datos, reducción del tiempo de análisis y la toma de decisiones.

La aplicación de los Sistema de Información Geográfica en la planeación y ordenamiento territorial responde a la necesidad de evidencias de manera técnica y funcional el interés a las condiciones topográficas, geográficas y físicas de un territorio en el ámbito nacional, regional y local. Esta aporta una herramienta técnica para el proceso de toma de decisiones en la planificación, gestión y evaluación de políticas públicas bajo los lineamientos de ordenación territorial (Gutiérrez y Gutiérrez, 2010).

En el estudio de Willems y Díaz (s. f) se aplicó las herramientas de integración y análisis espacial desde el *software* SIG utilizado en la fase recolección, integración, diagnóstico, formulación de intervención y, finalmente, la elaboración de planes de manejo en el ordenamiento territorial de las laderas Sur-Orientales del volcán Pichincha, Ecuador, para contrarrestar las amenazas provenientes de los flujos no controlados de agua y lodo y los deslizamientos de tierras.

La aplicación de la metodología para calcular el camino optimo utilizando el SIG para la construcción de un modelo de accesibilidad del centro poblado de Rumipamba hacia el centro de salud ubicado en el cantón Rumiñahui de la provincia de Pichincha, Ecuador permite visualizar áreas que muestran diferentes situaciones de acceso al servicio. La accesibilidad constituye un tema de interés del ordenamiento territorial ya que los resultados aportan en políticas públicas de ordenamiento espacial requerida por la institución pública que dan respuesta a las necesidades en términos de planificación que permiten determinar la ubicación de

un centro de salud, su acceso y rutas de evacuación ante desastres naturales (Arciniegas, 2014).

### **2.2.2. Sistemas de Información Geográfica y servicios educativos**

La aplicación del SIG en la ordenación territorial, específicamente en los servicios educativos, constituyen una herramienta muy valiosa para el diagnóstico integral y análisis de los fenómenos educativos, permiten identificar las problemáticas en la distribución del servicio educativo: Inequidad de género, desatención de las zonas rurales, subutilización de infraestructura y otras características educativas (Franco y Cadena, 2004). La potencia de los SIG, aplicados en la educación, permiten identificar lugares con exceso o déficit de establecimiento educativo, determinan líneas de transporte escolares y obtienen lugares óptimos para la construcción de infraestructura escolar. La administración de centros educativos en el Ecuador ahora con el desarrollo de nuevas tecnologías a través de la aplicación de *Open GIS* permite visualizar, realizar búsquedas, edición y eliminación de las instituciones educativas a través del uso de la herramienta *Open Street Maps* y los componentes de *Open GIS* (Ortega, 2013).

El trabajo de Godoy y Gómez (2010) en la construcción de un mapa educativo provincial de Misiones, Argentina, y el gobierno electrónico usando la herramienta de software libre como parte del Sistema Integrado de Información Educativa (SIIE), utilizan información georreferenciada para la gestión y monitoreo de la educación de escuelas estatales y privadas. La implementación se desarrolló a través de la Web, además la utilización de sistema de gestión de base de datos (SGBD) de PostgreSQL y su extensión PostGIS para información geográfica, facilitando compartir cartografía entre varios usuarios respecto a la ubicación de los establecimientos y servicios educativos.

En el estudio realizado del Área Metropolitana de Concepción en Chile por De la Fuente, Rojas y Salado (2013) para evaluar la equidad espacial de los equipamientos educativos, su metodología permitió la descripción estadística y el diagnóstico de la distribución de los establecimientos educativos. Para el efecto, se utilizan herramientas del SIG para medir la accesibilidad de los estudiantes hacia

los planteles educativos y las herramientas estadísticas para determinar el grado de correlación espacial entre la localización de los equipamientos educativos y los estratos de la población objetos de estudio.

Constantinidis (2017) señala que: Para fundamentar la aplicación de los modelos de localización basados en SIG en la categoría de servicios educativos, es preciso conocer el tipo de atracción que las escuelas ejercen sobre los individuos que asisten a ellas. Ciertas características de su comportamiento, como la movilidad y la importancia que el tipo de trayectorias y tiempos de accesos, que representan para quienes consumen cada uno de los niveles escolares (p. 30).

En la investigación realizada por Escobar, Holguín y Kaffure (2016) para la ubicación geoespacial de las instituciones educativas del Departamento de Caldas (Colombia) y su relación existente entre los planteles educativos, Producto Interno Bruto (PIB) y red vial de transporte, define etapas desde la actualización de la red georreferenciada, generación de la base de datos de *software* para modelación de transporte y análisis geoestadístico, que permitan obtener velocidades de operación promedio de arcos, accesibilidad media global de la red de infraestructura de transporte y análisis de cobertura.

La utilización de SIG a través de técnicas de análisis espacial con la herramienta Network Analyst y el método de densidad de Kernel permiten evaluar la equidad espacial en términos de accesibilidad de nuevos servicios sociales para los colegios asentadas en la periferia de Bogotá (Colombia) en base a la topografía, acceso vial y densificación poblacional para la toma de decisiones de compra de predios nuevos de equipamiento en condiciones de equidad espacial (Avendaño, 2012).

La construcción y repotenciación de la oferta educativa es atender con los servicios educativos a nivel nacional. En este contexto el proceso consiste en realizar un análisis exhaustivo de la ubicación georreferenciada de los establecimientos educativos, análisis de la oferta y demanda, determinación del área de estudio, análisis de la matrícula y accesibilidad. Se aplicó una planificación de prueba piloto de análisis de la oferta y el servicio en el circuito educativo 09D01C01 en el Distrito



09D01 ubicado en la parroquia Ximena en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, mediante los Sistemas de Información Geográfica para establecer la mejor ubicación de las instituciones educativas y las posibilidades de nuevas construcciones determinadas en mapas de accesibilidad e índices de prioridad (Zúñiga y Salazar, 2012).

El estudio de la localización óptima de los establecimientos educativos de los servicios educativos en la ciudad de Cuenca, Ecuador, fue realizada a través de modelos de localización óptima de cada circuito educativo determinando la descentralización de los servicios públicos (Salamea, 2014).

## **2.3. Marco metodológico**

### **2.3.1. Método de georreferenciación**

La georreferenciación determina el posicionamiento que permite la localización espacial de puntos, líneas y polígonos dentro de un espacio físico, que establecen las relaciones entre datos ráster o vector, determinado con la proyección geográfica o sistema de coordenadas (Rubiño, Carvajal y Aguera, 2012).

La georreferenciación es una técnica específica de posicionamiento espacial que permite asignar un sistema de referencia mediante coordenadas a una imagen digital (Pucha et al., 2017).

Navarro (2011) manifiesta que para “georreferenciar cualquier objeto en la superficie terrestre, es necesario definir una superficie de referencia, un datum geodésico y un sistema de referencia” (p. 56).

Dávila y Camacho (2012) indican que la georreferenciación se expresa por la función matemática:

$$X = f(x, y)$$

$$Y = f(x, y)$$

Donde  $(x, y)$  es la función de las coordenadas  $(x, y)$ . Para realizar la georreferenciación se debe identificar los puntos homólogos en el sistema de

coordenadas origen y destino, que es la base para calcular los parámetros de la transformación (Dávila y Camacho, 2012).

A continuación, se describe las siguientes definiciones:

#### **2.3.1.1. Superficie de referencia**

Esta debe ser una aproximación real de la superficie terrestre, se tiene dos modelos de la tierra: El geoide y elipsoide.

Geoide: Constituye la simplificación de la superficie de referencia de la tierra, es equipotencial al campo de gravedad terrestre. Esta forma de tierra se representaría si toda la superficie del mar se encontrara en reposo. Es muy complejo para transformar a un plano (Mancebo, Ortega, Valentín, Martín y Martín, 2008).

Elipsoide: Es una superficie que mejor se aproxima a la forma de la tierra y toma en cuenta el achatamiento de los polos, de forma tridimensional. Los elipsoides más usados son GRS80 y WGS84 que difieren en una décima de milímetro. El WGS84 es resultado de la creación del sistema de posicionamiento global GPS y más usado en el mundo, y el GRS80 es oficial de la Unión Europea desde agosto 2007 (Mancebo et al., 2008).

#### **2.3.1.2. Datum geodésico**

Es un conjunto de mediciones que definen la forma y orientación de un elipsoide de la superficie de la tierra. Entonces define las dimensiones y la forma de tierra, que establecen el sistema de coordenadas utilizadas en la cartografía para mantener la exactitud geográfica (Navarro, 2011).

Hay que tomar en cuenta que los instrumentos topográficos permiten obtener coordenadas de un punto a partir de otro. “El primer punto de referencia o fundamental se denomina datum y el elipsoide se ajusta usando este datum (habitualmente un radiotelescopio). Así, muchos países generaron su cartografía usando el elipsoide y el datum que se ajustaban mejor a su territorio” (Mancebo et al., 2008, p. 52).

### 2.3.1.3. Sistema de referencia

Es un conjunto de parámetros que establecen un sistema de coordenadas, así como las constantes físicas describen el modelo funcional de las observaciones (Navarro, 2011).

La Tabla 1 muestra los principales sistemas de referencia, que permite identificar la posición de un punto. Existen dos sistemas empleados: Los sistemas geodésicos, que constituye un tipo de sistema polar, y los sistemas proyectados, que representan los planos (Mancebo et al., 2008).

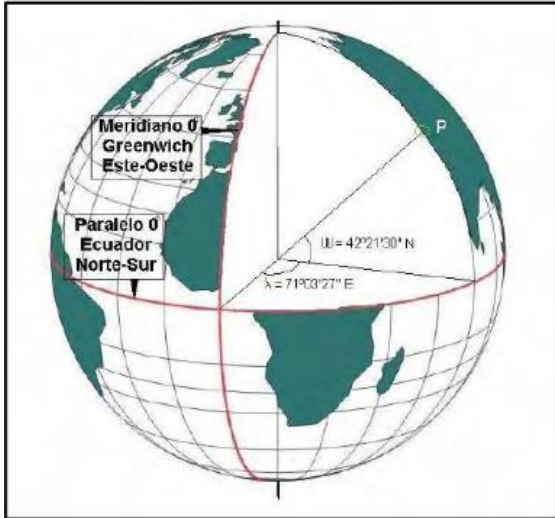
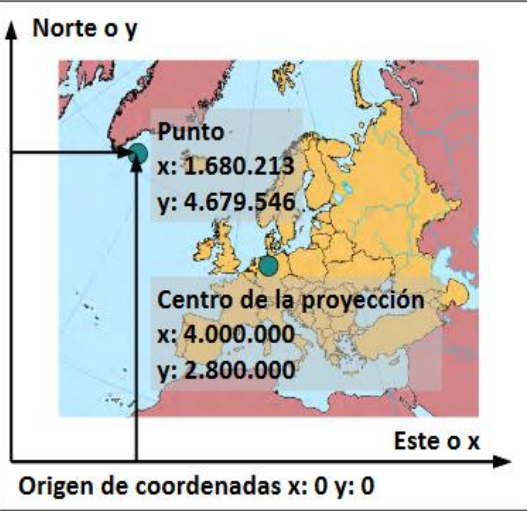
Sistemas geodésicos	Sistemas proyectados
	

Tabla 1: Principales sistemas de referencia. Fuente: (Mancebo et al., 2008).

### 2.3.1.4. Metodología de la georreferenciación

Raz y Vélez (2010) establecen tres métodos de georreferenciación:

- I. Georreferenciación por similitud: Se base en dos pasos similares con herramientas diferentes, significa que en la Georreferenciación por similitud se identifican lugares comunes, e igualmente con los datos georreferenciados de una entidad y los datos de ubicación del lugar se procede a relacionar las localidades repetidas.

- II. Georreferenciación por coberturas: En base a las localidades que presente más de dos hitos se pueden elaborar una metodología sistemática que facilite la superposición de coberturas para obtener un resultado preciso.
- III. Georreferenciación de localidades por método de radio-punto: Para aplicar esta metodología se determinan diferentes tipos de localidades, donde se consideran aquellas localidades que no poseen una intersección que genere un punto preciso se georreferencia bajo este método.

### 2.3.2. Áreas de influencia

“Las áreas de influencia son polígonos creados a partir de una entidad a una distancia establecida” (Pucha et al., 2017, p. 35). Este análisis espacial permite obtener la superficie afectada, zonas de influencia, la afectación de una contaminación y el alcance de servicios de telecomunicaciones. Este proceso se realiza a través de la herramienta *buffer* de la herramienta *geoprocessing* de ArcGIS, que permite crear zonas de influencia de puntos, líneas y polígonos. Según Baeriswyl (2001), el área de influencia de las escuelas constituye una importante herramienta para la creación de los planes de desarrollo rural con enfoque hacia la educación. Entonces un mapa temático no solo indica los sectores de vivienda donde los niños tienen problemas para asistir a clases, sino también debe posibilitar el acceso a información de la calidad de la infraestructura y los elementos para el aprendizaje, a través de una base de datos asociados.

Para el contexto del análisis del área de influencia, se dilucidan métodos y herramientas siguientes:

#### i. Métodos para el cálculo de distancias

En la aplicación de los modelos de localización-asignación es de vital importancia el cálculo de la distancia desde los puntos de la demanda y la oferta ( $d_{ij}$ ). Esto es entre los centroides de las demandas y los puntos de las instalaciones existentes. Los cálculos de diferentes medidas de distancia se efectúan a partir de las coordenadas absolutas sobre el espacio geográfico (Buzai y Baxendale, 2008). Entre las principales se tiene:

**La distancia euclidiana o en línea recta:** Buzai y Baxendale (2008) establecen que la distancia euclidiana entre dos puntos X y Y constituye el cálculo de la hipotenusa del triángulo, está dada por la fórmula:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

**La distancia Manhattan o city block:** Buzai y Baxendale (2008) indican que la distancia de Manhattan es el desplazamiento a través de una grilla, es la suma de las unidades de ambos catetos de un triángulo, su fórmula es la siguiente:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$$

**La métrica  $L_p$ :** Propuesta por Love y Morris (1972), permite realizar cálculos más flexibles, incluso supera la métrica de Manhattan. Su fórmula es esta dada:

$$d_{ij}^\beta = (|x_i - x_j|^2 + |y_i - y_j|^2)^{\beta/p}$$

Donde:

$\beta$  que indica una modificación de los costos de desplazamientos con la distancia. Teniendo en cuenta que cuando  $\beta=1$ , se tiene la distancia *Manhattan* con  $p=1$  y euclidiana con  $p=2$ .

### 2.3.3. Análisis de redes o grafos

Las herramientas de análisis de redes permiten explorar un contexto espacial de operaciones de conectividad a partir de circuitos o redes. “La estructura de datos de una red estará por tanto asociada a coordenadas X e Y de los nodos que conforman la red y a la descripción de las aristas mediante las relaciones topológicas indicando para cada arista el nodo de origen y de destino y su longitud (unidades de distancia, tiempo de recorrido, etc.). La existencia de la topología en los datos es fundamental, ya que sin conectividad los resultados del análisis de redes no son correctos” (Rodríguez, 2014, p. 143).

Barrientos (2007) indica que el análisis de redes se realiza a través de la extensión Network Analyst de ArcGIS, que permite resolver los problemas de red más comunes, así como identificar entidades que prestan servicios, encontrar la ruta óptima, las entidades más cercanas, y el área de servicio más cercana a un punto de destino. La Figura 2 muestra los componentes de un análisis de red.

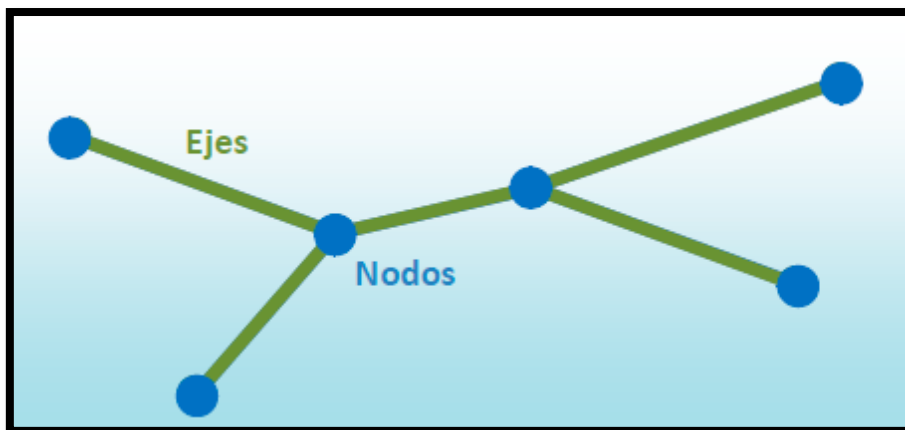


Figura 2: Componentes de una red. Fuente: (Barrientos, 2007).

El análisis de redes depende del algoritmo de cálculo y las más utilizadas se establecen a continuación:

#### i. Caminos mínimos (algoritmo de Dijkstra)

Entre los algoritmos más usados para resolver el problema de coste de caminos mínimos, se establece el algoritmo Dijkstra, conocido también como logaritmo de caminos mínimos, que resuelve el problema en pasos sucesivos obteniendo en cada paso la solución óptima al problema en estudio (Calleja, Mantecón, Portilla, y Saínez, 2014). El “Algoritmo de Dijkstra (1959): permite encontrar la trayectoria más corta entre dos nodos específicos, cuando los valores de los nodos son todos positivos” (Caicedo, García y Méndez, 2010, p 61).

Gil, Pomares, y Candelas (2010) proponen el método para calcular la ruta óptima de menor métrica, entre un nodo de origen y todos los demás nodos que conforman la red. El algoritmo de cálculo consta de los siguientes pasos:

Paso 1: Inicio:  $T = \{s\}$  y  $L(n) = w(s, n)$ , con  $s \neq n$

Paso 2: Nodo siguiente:

Hallar el nodo  $x \in N$ ,  $L(x) = \min L(j)$  con  $x, j \notin T$

Añadir  $x$  a  $T$ :  $T = \{s, \dots, x\}$ .

Paso 3: Actualizar el camino de coste mínimo.

Encontrar  $L(n) = \min\{L(n), L(x) + w(x, n)\}$  con  $n \notin T$ .

Paso 4: Terminar cuando todos los nodos son añadidos a  $T$ .

Donde:

$n$  = conjunto de nodos.

$s$  = nodo origen a partir del cual se quiere calcular la ruta.

$T$  = lista de nodos recorridos durante el proceso, hasta los cuales se halla la ruta óptima.

$w(i, j)$  = coste del enlace directo desde el nodo  $i$  al nodo  $j$ .

$L(n)$  = es el costo mínimo en curso del entre el nodo  $s$  al nodo  $n$ .

$N$  = conjunto de nodos de la red.

Es muy importante considerar que los nodos  $i$  y  $j$  no se encuentran directamente conectados. Esto significa que los costes que se establecen durante el proceso de ejecución de los algoritmos son infinitos, que implica que  $w(i, j) = \infty$ , y por el contrario si se encuentran conectados, el coste será  $w(i, j) \geq 0$ . "El algoritmo consiste en ir añadiendo a una lista  $T$  aquellos nodos que formen parte del camino más corto para ir desde el nodo origen hasta el nodo destino, y que no se encuentren ya incluidos ya en la lista (es decir que no se haya pasado por ellos). Cada vez que se añade un nuevo nodo a  $T$  se está incorporando a un nuevo router a la ruta. Además,  $L(n)$  irá actualizándose con nuevo coste tras haber introducido un nuevo nodo" (Gil, Pomares, y Candelas, 2010, p.174).

Martín (2015) indica que la aplicación del algoritmo de Dijkstra es obtener el camino de longitud mínima entre los nodos de la red, comenzando de un origen y calculando el camino más corto al resto de nodos. La Figura 3 muestra el resultado del cálculo del algoritmo Dijkstra que partiendo del nodo 1 como origen con

distancia 0, buscamos el camino más corto hasta llegar al nodo 6 se tiene los nodos 1,2,4 y 6 con distancia mínima 5.

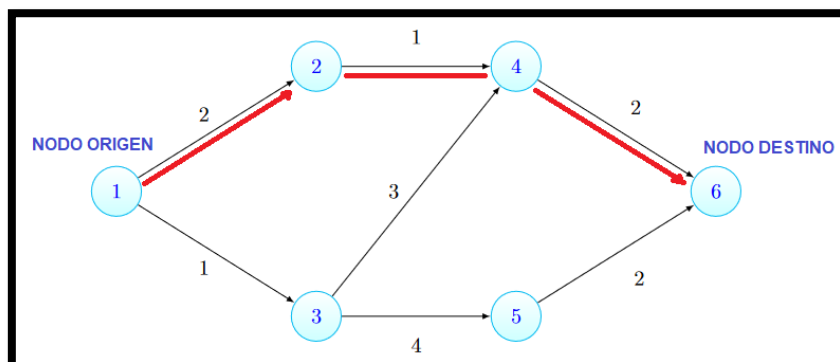


Figura 3: Algoritmo de Dijkstra para la obtención la longitud mínima desde el nodo 1 hacia el nodo 6. Fuente: (Martín, 2015).

## ii. Modelo de áreas de servicio educativo

El área de servicio se basa en el algoritmo de Dijkstra para recorrer la red. El solucionador tiene el objetivo de determinar un subconjunto de entidades dentro de una distancia de red establecida. Además, puede generar una geometría de líneas, polígonos que rodean estas líneas o ambos (ESRI, 2014).

El área de servicio constituye una estructura de datos de red irregular de triángulos (TIN), donde los polígonos se generan a través de la geometría de líneas que permiten crear regiones que abarquen áreas dentro de los valores de corte establecidos (ESRI, 2014).

La extensión de un área de servicio permite obtener un área de influencia tomada desde la red vial de acuerdo a su tiempo y distancia de un lugar determinado, permitiendo evaluar la accesibilidad del lugar específico (Apezteguia, 2014).

Las áreas de servicio son identificadas mediante ArcGIS Network Analyst alrededor de cualquier locación al interior de la red. Esta incorpora toda la red vial dentro del rango determinado. Las áreas de servicio creadas permiten evaluar la accesibilidad. Estas varían de acuerdo al impedimento seleccionado por el usuario, ya sea de las variables tiempo o distancia, etc. (Barrientos, 2007; Arce y Loro, 2013).



Como ejemplo, se muestra las áreas de servicio de 5 minutos de salida de las estaciones de la compañía de bomberos (Figura 4). La Estación 8ª tiene un tiempo de salida de 2 minutos y un área de servicio de emergencia de 3 minutos y la estación 5ª tiene 4 minutos de demora en la salida y un área de servicio de emergencia de 1 minuto (Barrientos, 2007).

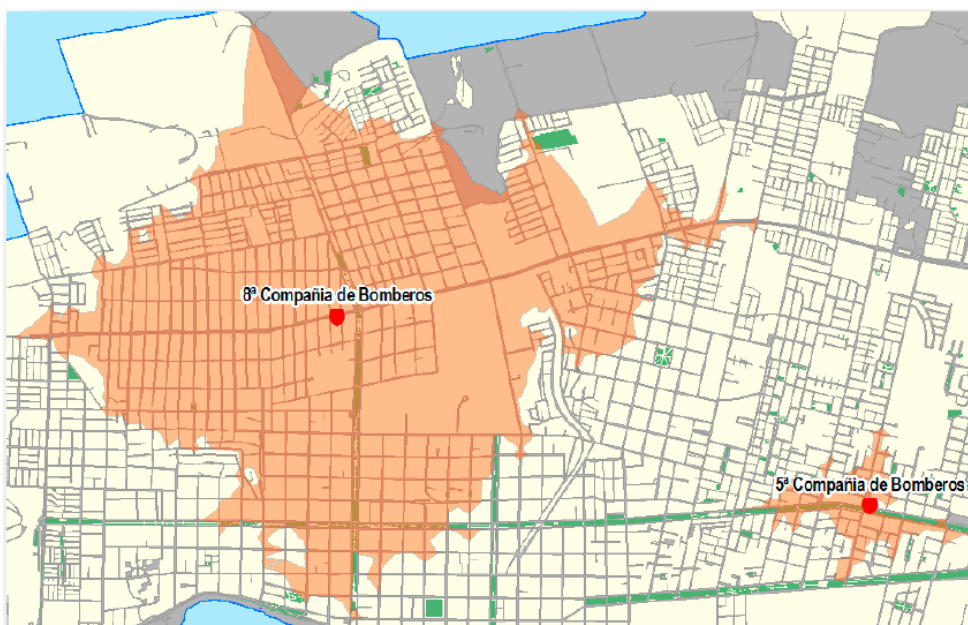


Figura 4: Área de servicio del tiempo que toma a la compañía de Bomberos para atender la llamada. Fuente: (Barrientos, 2007).

### iii. Modelo de localización óptima de los servicios educativos

El método de ubicación-asignación es un solucionador de la ubicación de instalaciones que constituye un problema combinatorio dada  $n$  instalaciones candidatas y  $m$  lugares de demanda, se eligen un subconjunto de  $p$  instalaciones, donde se minimice las distancias ponderadas desde  $m$  instalaciones hasta el  $p$  instalaciones más cercanas. El método permite resolver una variedad de problemas como minimizar la impedancia ponderada o maximizar la cobertura de un servicio de mercado (ESRI, 2014).

Según Latorre, Gutiérrez y García (2012), el modelo de localización óptima (location-allocation) permite resolver dos problemas: La localización óptima de un servicio y el tiempo de que se asigna al servicio de acuerdo a criterios específicos que dan

respuesta a minimizar la impedancia de los costes de desplazamiento entre los puntos de demanda y las instalaciones, y maximiza la cobertura espacial que localizas las instalaciones que se encuentran dentro del umbral de la distancia determinado.

La aplicación de la localización óptima se efectúa utilizando el programa ArcGIS en la extensión Network Analyst con la función Location-Allocation, permitiendo realizar el análisis de la localización óptima de los servicios educativos y su asignación de los puntos de la demanda (Márquez, 2013).

Castellanos y López (2015) mencionan que la extensión Network Analyst determina una mejor ubicación de un punto o entidad de servicio específico. En la Figura 5 se puede observar la imagen representada con la cruz es la sede de organismo de socorro que determinó el Network Analyst como la mejor opción.

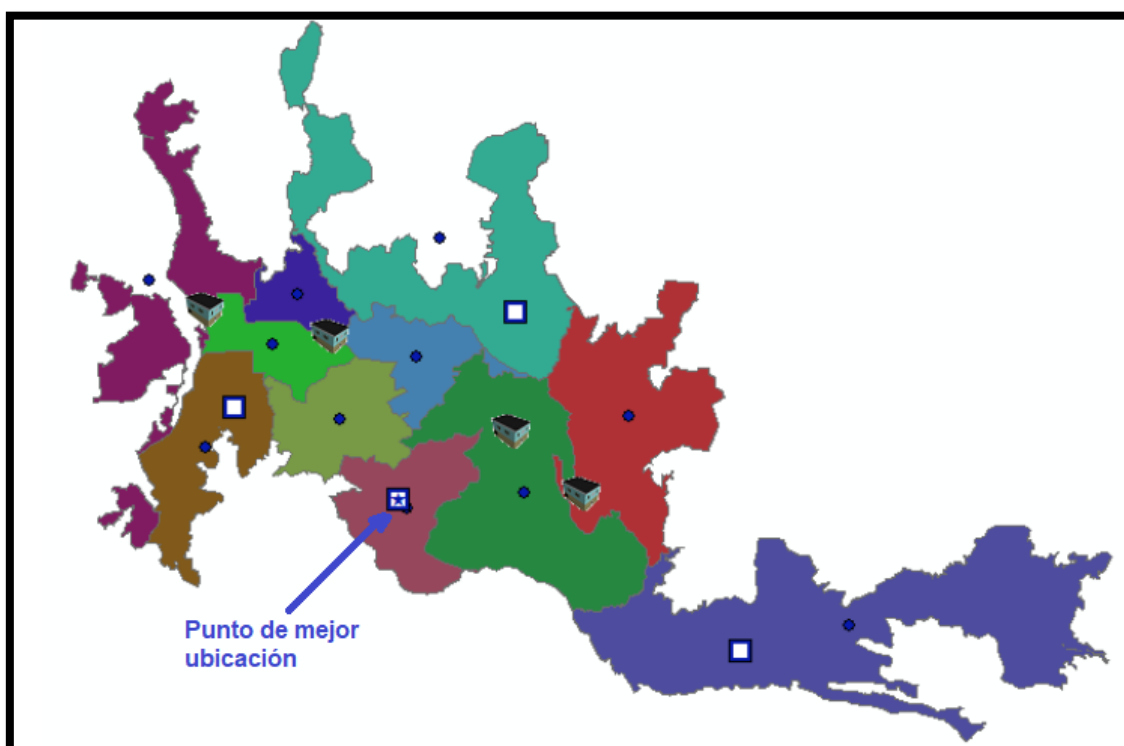


Figura 5: Mapa que muestra el organismo de socorro de mejor ubicación de la ciudad de Manizales. Fuente: (Castellanos y López, 2015).

### **2.3.4. Evaluación Multicriterio**

La Evaluación Multicriterio (EMC) consiste en un conjunto de técnicas utilizadas en la decisión multidimensional y los modelos de evaluación, orientadas a asistir en los procesos de toma de decisiones, que se fundamentan en investigar un número de alternativas bajo la luz de múltiples criterios y objetivos en conflicto (Barredo, 1996). Según García, Rogel y Pérez (2004) y Delgado y Cano (2006), la EMC permite la localización óptima de las instituciones educativas.

Joo y Alvarado (2013) indican que la EMC incorpora herramientas de análisis estadístico y sistemas de información geográficas a los estudios de variables de dimensión territorial en educación, especialmente en aquellos casos en donde las variables a estudiar son diversas, ya sea por su origen o características. Esta metodología es utilizada en estudios socioambientales, en evaluación de riesgos naturales y en determinación de localización idónea para instalaciones de servicios (entre otras, aquellas que estén vinculadas e incorporados a servicios en educación).

Taboada y Cotos (2005) expresan que el análisis de decisión multicriterio es un proceso que combina y transforma un conjunto de datos geográficos de entrada para una decisión resultante. Entonces las reglas de decisión definen la relación de mapas de entrada y salida. Esto implica la evaluación de eventos geográficos en base a los valores para los criterios de evaluación y a las preferencias del tomador de decisiones respecto a esos criterios.

La técnica del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) modeliza las preferencias a través de fundamentos matemáticos, más utilizada como un método de EMC (Pacheco y Contreras, 2008).

#### **2.3.4.1. Proceso analítico jerárquico (AHP)**

La EMC comprende un conjunto de teorías, modelos y herramientas de apoyo en el análisis de toma de decisiones. Una de las metodologías más utilizadas es el AHP que consiste en una metodología flexible de análisis de decisión multicriterio discreto (Saaty, 1977). Permite de manera eficiente y gráfica organizar, descomponer y analizar la información del problema, visualizar los efectos de los

cambios efectuados y sintetizar; esto significa desmenuzar el problema, conseguir las posibles soluciones a los subproblemas para la consecución de la conclusión (Saaty, Rogers y Pell, 1988). El modelo jerárquico, representado en la Figura 6, explica la estructura básica conformada por objetivo o meta, criterios y alternativas.

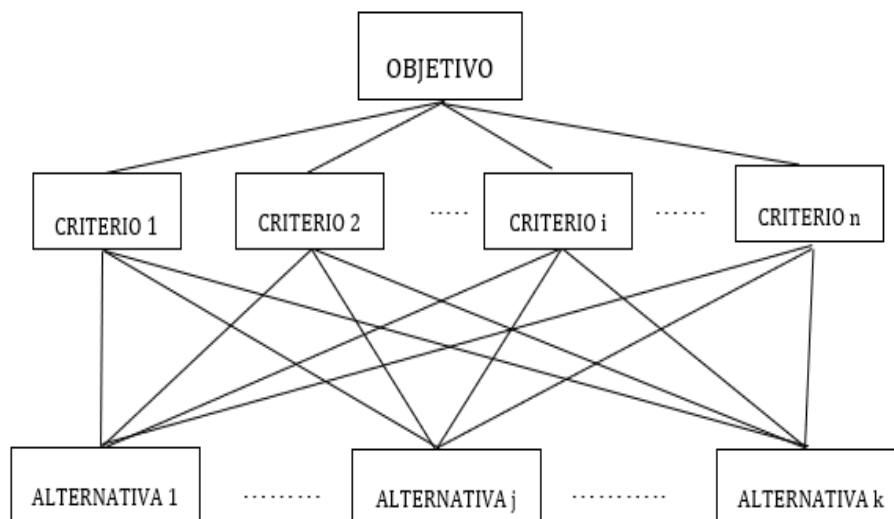


Figura 6: Modelo jerárquico para la toma de decisiones con el AHP. Fuente: (Martínez, 2007).

De acuerdo a Pacheco y Contreras (2008), el AHP tiene tres principios:

### I. Construcción de jerarquías

Las jerarquías conducen un sistema hacia el objetivo deseado, el esquema está compuesto por:

- Objetivo o foco: Es el objetivo puntual que se espera resolver.
- Criterios: Elementos que definen el objetivo.
- Subcriterios: Elementos que definen el criterio, que deben ser cuantificables.
- Alternativas: Estas constituyen las soluciones.

### II. Establecimiento de prioridades

Este principio se destaca en el establecimiento de prioridades entre los elementos respecto a un criterio dado. El cálculo de prioridades se realiza en función de las comparaciones entre pares. La creación de una matriz para cada criterio de la

jerarquía consiste en determinar la prioridad  $P_{ij}$ , de los niveles inferiores. Se compara estos elementos con la escala de proporciones de la Figura 7.

<b>Intensidad</b>	<b>Definición</b>	<b>Explicación</b>
<b>1</b>	De igual importancia	2 actividades contribuyen de igual forma al objetivo
<b>3</b>	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
<b>5</b>	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
<b>7</b>	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró en la práctica
<b>9</b>	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
<b>2,4,6,8</b>	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
<b>Recíprocos</b>	$a_{ij}=1/a_{ji}$	Hipótesis del método

Figura 7: Escala de proporciones de Saaty. Fuente: (Saaty, 1997).

El establecimiento de prioridades se define cuando hay más de un experto. Cuando es imposible contar con las aportaciones de los expertos involucrados, Saaty (1977) propone resolver este inconveniente integrando juicios a través de la media geométrica:

$$A_{ij} = \sqrt[n]{\prod_i^n a_{ij}^n}$$

Donde:

$A_{ij}$ = Valor de la integración de los juicios para el par de criterios  $i, j$ .

$a_{ij}^n$ =Juicio del involucrado para el par de criterios.

$n = (1, \dots, n)$ : Número de involucrados que establecen sus juicios sobre los criterios.

### III. Consistencia lógica

El principio de consistencia es establecer relaciones entre los objetos e ideas de manera que sean bien consistentes entre sí y sus relaciones sean congruentes. La

consistencia implica dos aspectos: Transitividad y proporcionalidad que se explica en la Tabla 2.

Transitividad:	Significa que deben respetarse las relaciones de orden entre los elementos. Es decir, si A es mayor que C y C es mayor que B entonces la lógica dice que A es mayor que B.
Proporcionalidad:	Las proporciones entre los órdenes de magnitud de estas preferencias también deben cumplirse con un rango de error permitido. Por ejemplo, si A es 3 veces mayor que C y C es dos mayores que B entonces A debe ser 6 veces mayor que B, este sería un juicio 100% consistente.
Se cumple la relación de transitividad y de proporcionalidad de la comparación de los elementos.	

Tabla 2: Principio de la consistencia lógica. Fuente: (Pacheco y Contreras, 2008).

El AHP determina la inconsistencia global de los juicios mediante la proporción de consistencia, como resultado de la división entre el Índice de Consistencia y el Índice Aleatorio. El Índice de Consistencia es el resultado de la desviación de consistencia de la matriz de comparaciones entre pares y el Índice Aleatorio constituye el índice de consistencia de una matriz recíproca aleatoria, con recíprocos forzados, del mismo rango de escala de Saaty. El resultado de esta proporción de consistencia no debe ser mayor al 10% para que sea evidencia de un juicio informado (Pacheco y Contreras, 2008).

Pacheco y Contreras (2008) definen el cálculo de la Relación de Consistencia de manera más sencilla a través de la siguiente fórmula:

$$\lambda_{max} = V * B$$

Donde:

$\lambda_{max}$  = Máximo valor propio de la matriz de comparaciones a pares.

V= Vector de prioridades, que se obtiene de la matriz de comparaciones.

B= Matriz fila, corresponde a la suma de los elementos de las columnas de la matriz de comparaciones a pares.

Posteriormente, se calcula el Índice de Consistencia (CI):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Finalmente, se calcula la Relación de Consistencia (RC), que es el resultado de la proporción entre el Índice de Consistencia (CI) y el Índice Aleatorio (RI). La Tabla 3 es una tabla elaborada por Saaty (1997), la misma que describe los Índices Aleatorios de acuerdo al tamaño de la matriz. Fórmula de RC:

$$RC = \frac{CI}{RI}$$

Tamaño de la matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Aleatorio (RI)	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tabla 3: Índices Aleatorios por tamaño de matriz. Fuente: (Saaty, 1997).

Es muy importante tener presente que la RC no supere el 10% (0.10). En el caso que suceda, es necesario reevaluar los juicios, que significa que se vuelva a consultar a los expertos involucrados.

#### **2.3.4.2. Evaluación Multicriterio mediante el Proceso Analítico Jerárquico**

Según Pacheco y Contreras (2008), el procedimiento para la EMC requiere cumplir los siguientes pasos para determinar la mejor decisión mediante el AHP (ver Figura 8):

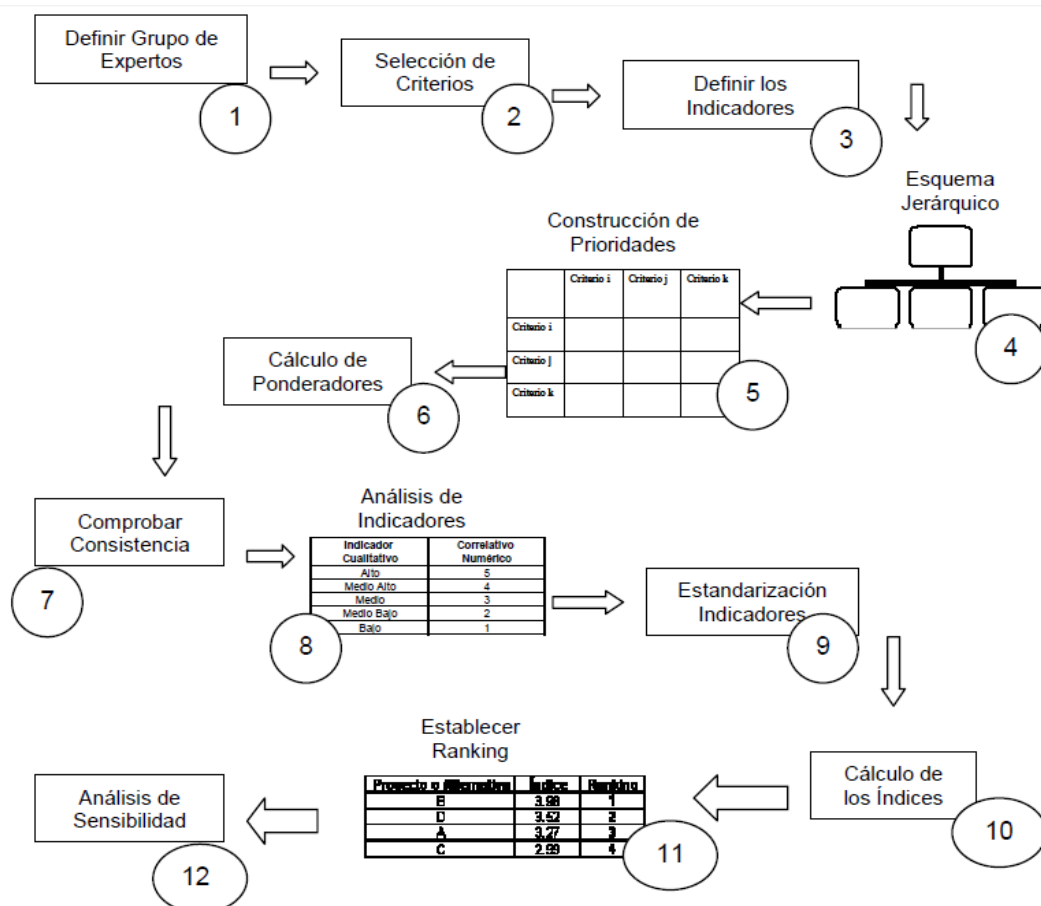


Figura 8: Flujograma de los pasos para la aplicación de la EMC mediante AHP. Fuente: (Pacheco y Contreras, 2008).

**Paso 1: Definir grupo de expertos:** Este paso consiste en seleccionar un grupo de expertos profesionales con experiencia en el tema que se necesita realizar la EMC. Para el efecto es importante realizar entrevistas y reuniones con el equipo de trabajo para que los resultados sean del consenso (Pacheco y Contreras, 2008).

**Paso 2: Selección de criterios:** El tema de la selección de criterios es muy importante para la evaluación. Dependerá del nivel jerárquico donde se quiere efectuar la iniciativa cuales objetivos se deben tener presente, ya sea de política, planes, programas y proyectos. En caso de no definir claramente, se deben recurrir a considerar la elección de criterios según la Figura 9 (Pacheco y Contreras, 2008):



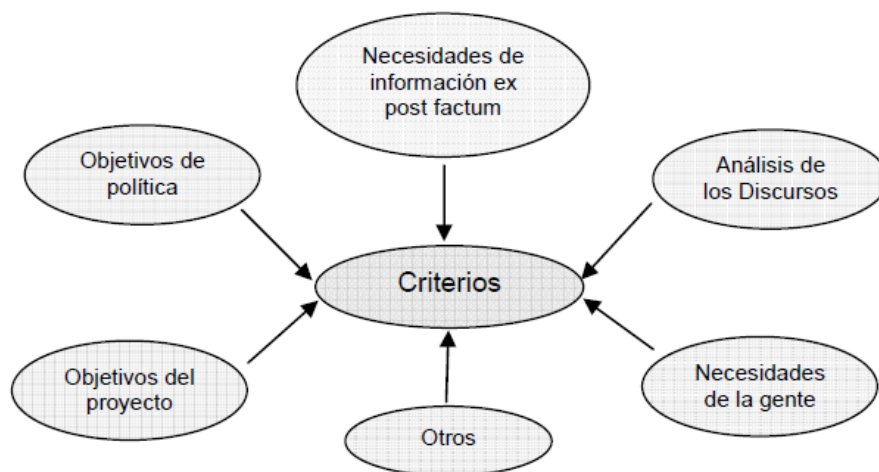


Figura 9: Aspectos para la identificación de criterios. Fuente: (Pacheco y Contreras, 2008).

Por razones de preferencias, por motivos prácticos y de racionalidad es recomendable no emplear más de diez criterios. Los criterios deben estar bien definidos con claridad y estar en correspondencia con los objetivos planteados, por consiguiente, poseer la relación causal entre criterios y objetivos (Pacheco y Contreras, 2008).

**Paso 3: Especificar las variables e indicadores:** Identificados los criterios, el siguiente paso consiste en desglosar e identificar las variables que permitan medir y evaluar los objetivos. A partir de las variables definidas para los criterios, se construyen los indicadores que representan los objetivos institucionales (Pacheco y Contreras, 2008).

**Paso 4: Esquema Jerárquico:** Construir el esquema jerárquico del modelo es de gran importancia para la racionalidad del proceso. Se ordenan los criterios por niveles a partir de los criterios generales a los específicos estableciendo la jerarquía (Pacheco y Contreras, 2008):

- Defina el foco, problema a resolver.
- Defina los criterios y los subcriterios.
- Defina las alternativas posibles al problema.

**Paso 5: Construcción de prioridades:** Pacheco y Contreras (2008) manifiestan que el procedimiento consiste en la construcción de la matriz de comparaciones, implica ingresar los juicios de importancia relativa de los criterios y subcriterios para determinar la importancia relativa entre los criterios. Para el efecto consideran tomar en cuenta lo siguiente:

- En el caso de no establecer la importancia relativa, debe saltarse este paso y de todas formas puede aplicar la EMC.
- Cuando un criterio es más importante que otro, de manera ordinalmente, se utiliza el método de estandarización que permita ingresar la matriz con ceros y unos según sea el caso.
- Si permite determinar los grados de importancia relativa entre los criterios, entonces se complete las matrices de comparaciones con los valores de la escala propuesta por el método AHP. Cuando no se llega a ningún acuerdo respecto al grado de importancia relativa, se aplica la media geométrica del método de agregación. A continuación, se presenta la Figura 10 que permite una descripción de la construcción de la importancia relativa de los criterios.

	Criterio i	Criterio j	Criterio k
Criterio i			
Criterio j			
Criterio k			

Lo que ingrese aquí dependerá de las posibilidades para definir la importancia relativa de los criterios

Figura 10: Construcción de la matriz de comparaciones. Fuente: (Pacheco y Contreras, 2008).

**Paso 6: Cálculo de ponderadores:** En este paso, se realiza el cálculo de prioridades por el método AHP, se propone aplicar la escala de prioridades entre el total de elementos comparados (Pacheco y Contreras, 2008).

En la Tabla 4 se define el procedimiento para el cálculo de prioridades que consiste en simplificar la matriz de comparaciones, que consiste en transformar las fracciones en decimales, luego se calcula el cuadrado de la matriz simplificada y se suman los elementos para cada fila y, posteriormente, se divide cada uno de estos valores para la suma total resultante. Este resultado constituye el vector propio, que

es el vector de prioridades o de ponderación de cada uno de los criterios (Pacheco y Contreras, 2008).

Matriz de comparación		Ambiental	Social	Econ.
	Ambiental	1	1/2	1/4
	Social	2	1	1/2
	Econ.	4	2	1
Simplificación de la matriz de comparaciones (transformar fracciones a decimales)	$\begin{pmatrix} 1 & 1/2 & 1/4 \\ 2 & 1 & 1/2 \\ 4 & 2 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0.5 & 0.25 \\ 2 & 1 & 0.5 \\ 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}$			
Cuadrado de la matriz simplificada y se suman los elementos de cada fila	$\begin{pmatrix} 3 & 1.5 & 0.75 \\ 6 & 3 & 1.5 \\ 12 & 6 & 3 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{matrix} 5.25 \\ 10.5 \\ 21 \end{matrix}$			
Cálculo del vector propio, que representa el vector de prioridades	$\begin{matrix} 5.25/36.75 & 0.142857 \\ 10.5/36.75 & \Rightarrow 0.285714 \\ 21/36.75 & 0.571429 \end{matrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} Amb \\ Social \\ Econ \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{pmatrix} 0.142857 \\ 0.285714 \\ 0.571429 \end{pmatrix}$			

Tabla 4: Proceso de cálculo de ponderaciones. Fuente: (Pacheco y Contreras, 2008).

**Paso 7: Comprobar la consistencia:** Consiste en verificar los valores de los juicios ingresados en la matriz de comparaciones. En el caso, que la RC es superior al 10%, debe volver a reingresar los valores de los juicios en la matriz o matrices que presenten inconsistencia y volver a calcular las ponderaciones, hasta RC no superen el 10% (Pacheco y Contreras, 2008).

**Paso 8: Análisis de los indicadores:** Pacheco y Contreras (2008) establecen que es necesario tener presente que los indicadores dependen mucho de las características de las variables seleccionadas para la EMC. Mediante la Figura 11 se explica un ejemplo en la construcción de la matriz de análisis de indicadores. La información cuantitativa proviene de diferentes medidas y por lo tanto de diferentes escalas que imposibilitan una comparación objetiva entre cada uno de los indicadores.

Una de las posibilidades es realizar comparaciones por el método AHP clasificando las informaciones de los indicadores en las tablas en rangos de escalas cuantitativas como cualitativas (Pacheco y Contreras, 2008).

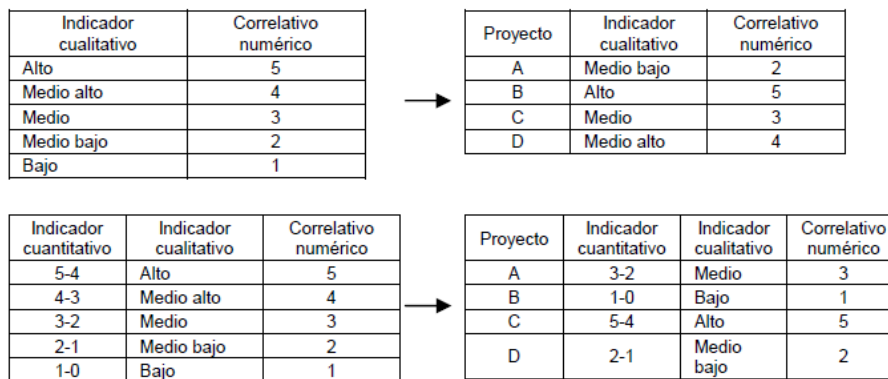


Figura 11: Construcción de la matriz de comparaciones. Fuente: (Pacheco y Contreras, 2008).

**Paso 9: Estandarización de los indicadores:** Se aplica para el método simple de estandarización. Si se aplica el método AHP, en el paso 7 ya se explicó la realización de estandarización (Pacheco y Contreras, 2008).

**Paso 10: Cálculo del Índice:** Para Pacheco y Contreras (2008) este paso consiste en calcular el índice que sintetice los indicadores de cada criterio y sus respectivas ponderaciones. El caso es multiplicar los indicadores normalizado por su ponderador respectivo para cada alternativa o proyecto.

**Paso 11: Establecer un ranking:** Este paso permite ordenar los índices obtenidos de las alternativas o proyectos de mayor a menor, dando preferencia al indicador de mayor valor en la evaluación (Pacheco y Contreras, 2008). En la Figura 12 se presenta una explicación mediante un ejemplo:

Proyecto o alternativa	Índice
A	3,27
B	3,98
C	2,99
D	3,52

Proyecto o alternativa	Índice	Ranking
B	3,98	1
D	3,52	2
A	3,27	3
C	2,99	4

Figura 12: Ranking de alternativas o proyectos. Fuente: (Pacheco y Contreras, 2008).

**Paso 12: Análisis de sensibilidad:** Finalmente, se realiza el análisis de comportamiento del ranking según los cambios en las ponderaciones relativas de los criterios específicos. Que implica definir escenarios posibles para comparar con

el escenario actual de la evaluación, así como establecer las condiciones de priorización o jerarquización de las alternativas evaluadas (Pacheco y Contreras, 2008).

Para Pacheco y Contreras (2008) los pasos metodológicos de la EMC aplicados permiten evaluar y comparar criterios, para la selección de una alternativa objeto en la solución de un problema.

## CAPITULO 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Área de estudio

#### 3.1.1. Ubicación geográfica

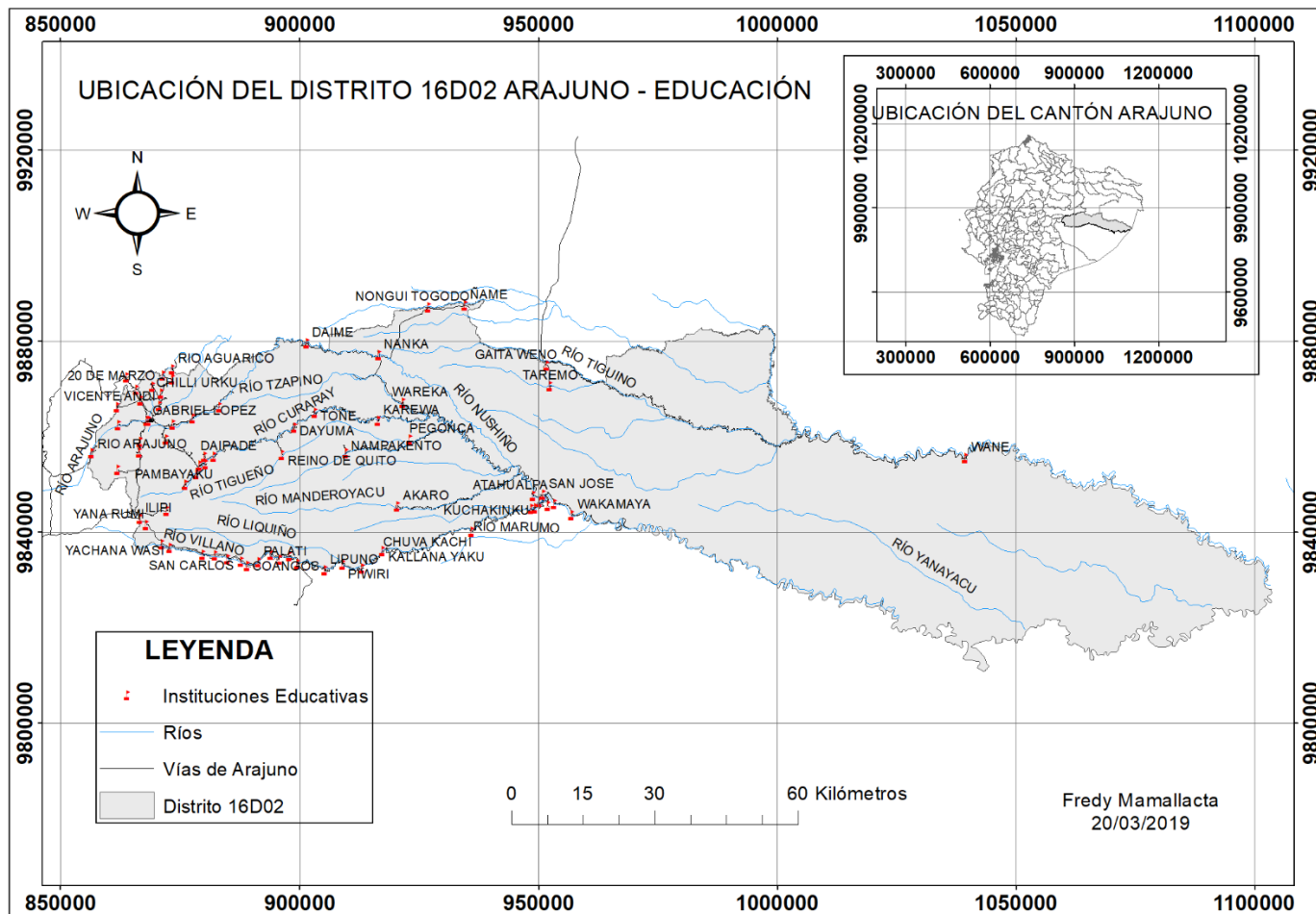
La presente investigación se realiza en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación, ubicado en el cantón Arajuno, provincia de Pastaza, que limita al norte con las provincias Napo y Orellana, al sur con el cantón Pastaza, al este con el Perú y la provincia de Orellana y al oeste con los cantones Pastaza y Santa Clara.

El distrito educativo tiene una superficie de 8,767 km<sup>2</sup>, dentro de las siguientes coordenadas geográficas: Al norte x: 938197,0356, y: 9888673,5186; sur x:1043461,0949, y 9811056,3275; este x:1103220,4927, y:9827969,7289; oeste x:855805.9773, y: 9853527,6868. (Ver Mapa 1 y 2).

El cantón Arajuno tiene la cabecera cantonal, único sector de la población en el área urbana. Las demás poblaciones están asentadas en el área rural, las mismas que por su condición de la situación geográfica deben transitar o las vías de acceso a las comunidades o centros poblados se realizan por vía terrestre, fluvial y aérea.



Mapa 1: Ubicación del Distrito 16D02 Arajuno Educación. Fuente: (INEC, 2012; IGM, 2017).



Mapa 2: Ubicación del cantón Arajuno. Fuente: (INEC, 2012; IGM, 2017).

### 3.1.2. Característicos demográficos y socio-económicos

Según proyección al año 2019, conforme el VII censo de población y VI de vivienda (INEC, 2010), el cantón Arajuno representa el 8.3% del total de la población de la provincia de Pastaza. Con 3.3% de tasa de crecimiento promedio anual, proyectados al año 2019, se tiene una población de 6,677 habitantes.

Conforme la Tabla 5, de total de la población del cantón Arajuno, el 84.6% residen en el área rural, lo que significa en términos absolutos que 8 de cada 10 personas viven en el sector rural. También, en la Figura 13, el 53.4% de la población son hombres, así mismo en la Figura 14 se tiene que el 59.2% es una población joven menor a 20 años de edad (INEC, 2010).

Área	Población	Porcentaje
Urbano	1,026	15.4%
Rural	5,652	84.6%
Total	6,677	100.0%

Tabla 5: Proyección de la población por área geográfica en el cantón Arajuno al 2019. Fuente: (INEC, 2010).

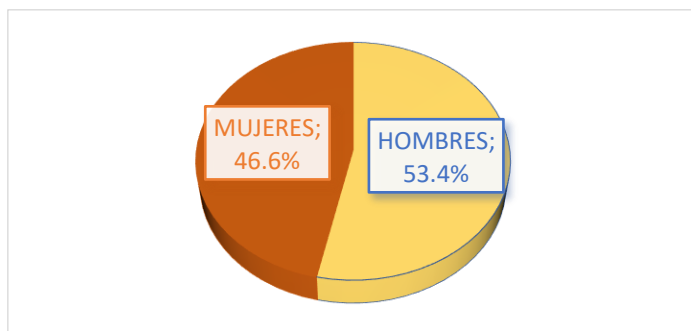


Figura 13: Población del cantón Arajuno, según sexo. Fuente: (INEC, 2010).



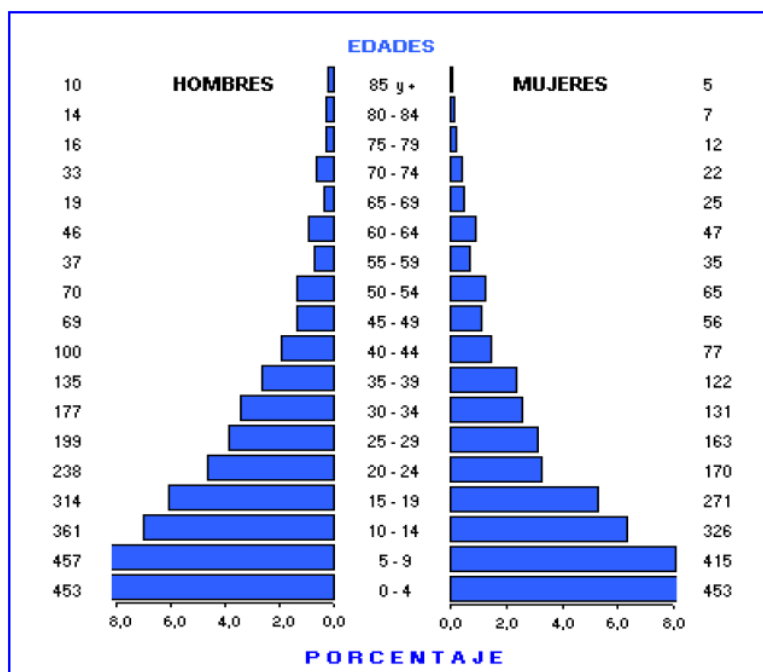


Figura 14: Pirámide la población del cantón Arajuno. Fuente: (INEC, 2010)

Según el INEC (2010) la población en la zona de estudio se dedica a la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura, como una actividad económica que generación de ingresos económicos para el hogar. También, la enseñanza es una actividad que ha dado oportunidades de empleo a los profesionales en docencia. La Tabla 6 indica que 1,386 personas se dedican a actividades del sector agropecuario, y 120 personas se dedican a la enseñanza entre actividades más importantes de la Población Económicamente Activa.

RAMAS DE ACTIVIDAD	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
AGRICULTURA, GANADERÍA, CAZA, PESCA Y SILVICULTURA	1,386	715	671
MANUFACTURA	91	79	12
CONSTRUCCIÓN	49	46	3
COMERCIO	15	8	7
ENSEÑANZA	120	77	43
OTRAS ACTIVIDADES	310	235	75
	1,971	1,160	811

Tabla 6: Población Económicamente Activa de 5 años y más, por sexo según ramas de actividad del cantón Arajuno. Fuente: (INEC, 2010).

### 3.1.3. Descripción y características de la educación en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación

Según datos del VII censo de población y VI de vivienda (INEC, 2010), en el cantón Arajuno existe 4.8 años de escolaridad media, donde para la población urbana es de 6.7 años y para el área rural de 4.5 años, así como para hombres de 5.2 años y 4.3 años para las mujeres. El 62.63% de la población cuenta una terminación de estudios de la primaria, y el cantón cuenta con pocos profesionales de tercer nivel (Tabla 7).

NIVELES DE INSTRUCCIÓN	HOMBRES			MUJERES			TOTAL		
	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL
NINGUNO	16	203	219	23	272	295	39	475	514
CENTRO ALFAB.	0	12	12	3	7	10	3	19	22
PRIMARIO	178	1,230	1,408	170	1,080	1,250	348	2,310	2,658
SECUNDARIO	90	390	480	81	195	276	171	585	756
POST BACHILLERATO	4	16	20	5	6	11	9	22	31
SUPERIOR	20	38	58	12	19	31	32	57	89
POSTGRADO	0	1	1	0	0	0	0	1	1
NO DECLARADO	34	63	97	34	42	76	68	105	173
TOTAL	342	1,953	2,295	328	1,621	1,949	670	3,574	4,244

Tabla 7: Población del cantón Arajuno, de 5 años y más, por sexo y áreas, según niveles de instrucción. Fuente: (INEC, 2010).

Los servicios educativos conforme la LOEI (2011), las instituciones educativas según su oferta educativa se clasifican en:

**Educación Inicial:** Educación para niños y niñas de entre 3 y 4 años.

**Preparatoria:** 1er grado de Educación General Básica para niños y niñas de 5 años.

**Básica Elemental:** 2do, 3ro y 4to grado de Educación General Básica para niños de 6 y 8 años.

**Básica Media:** 5to, 6to y 7mo grado de Educación General Básica para niños de 9 y 11 años.

**Básica Superior:** 8vo, 9no y 10mo grado de Educación General Básica para adolescentes de 12 y 14 años.

**Bachillerato:** 1ro, 2do y 3ro de Bachillerato General Unificado: Bachillerato en ciencias y bachillerato técnico.

La oferta educativa al periodo escolar 2018-2019 indica que tiene 40 instituciones educativas de Educación General Básica (de 1ro a 10mo grado de Educación General Básica), 23 establecimientos ofertan desde educación inicial al 10mo grado de Educación General Básica y solo 7 instituciones educativas ofertan desde Educación Inicial, Educación General Básica y Bachillerato, que suman un total de 70 centros educativos que atienden a 3,710 estudiantes, con una plantilla de 258 docentes. Ver Tabla 8. (AMIE, 2018-2019).

Oferta educativa	Instituciones educativas	Total, Estudiantes	Total, Docentes
Educación General Básica	40	584	47
Educación inicial y básica completa	23	1294	93
Educación inicial, básica completa y bachillerato	7	18032	118
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>3710</b>	<b>258</b>

Tabla 8: Oferta educativa de las instituciones educativas. Fuente: (AMIE, 2018-2019).

En el Distrito 16D02 Arajuno – Educación existen 13 establecimientos educativos bidocentes, 21 centros educativos con más de 2 docentes y 36 instituciones educativas son unidocentes, que representa al 51% de los planteles educativos. Significa que un docente imparte varios grados de Educación General Básica, como consecuencia de los escasos estudiantes que existe en las comunidades del sector rural. Estos datos se muestran en la Figura 15 (AMIE, 2018-2019).

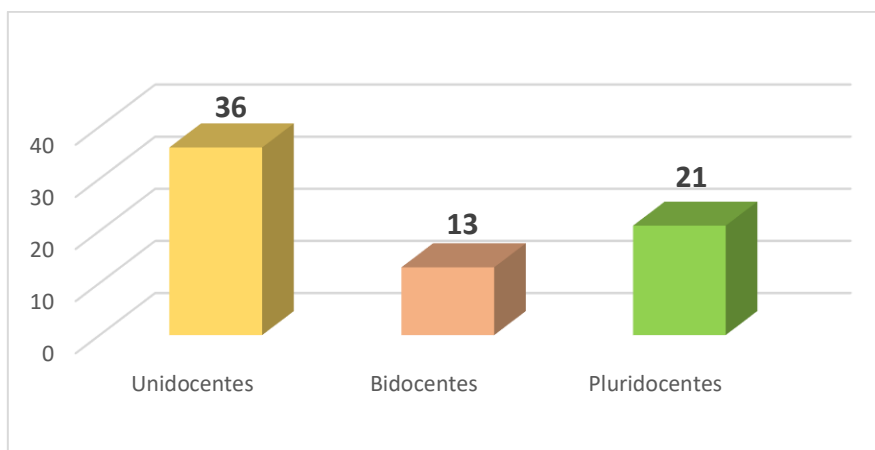


Figura 15: Instituciones educativas según el número de docentes. Fuente: (AMIE, 2018-2019)

Según los datos del AMIE (2018-2019) la información de la unidad de planificación distrital muestra en la Figura 16 la accesibilidad para llegar hacia los centros educativos:

- A 43 planteles educativos se llega por vía terrestre mediante el uso de transporte vehicular.
- A 7 establecimientos educativos se llega por acceso terrestre y luego fluvial, es decir, se viaja primero en transporte vehicular para posteriormente viajar en canoas por el río.
- A 9 centros educativos se llega por medio del transporte terrestre y posteriormente fluvial, o a su vez por transporte aéreo,
- A 11 instituciones educativas se llega exclusivamente por transporte aéreo.

Las vías de transporte terrestre son de tercer orden, el transporte fluvial se realiza en canoas a motor y el transporte aéreo se transita en aeronaves de 3 a 5 pasajeros, lo que significa que las comunidades educativas están asentadas en zonas rurales de difícil acceso.

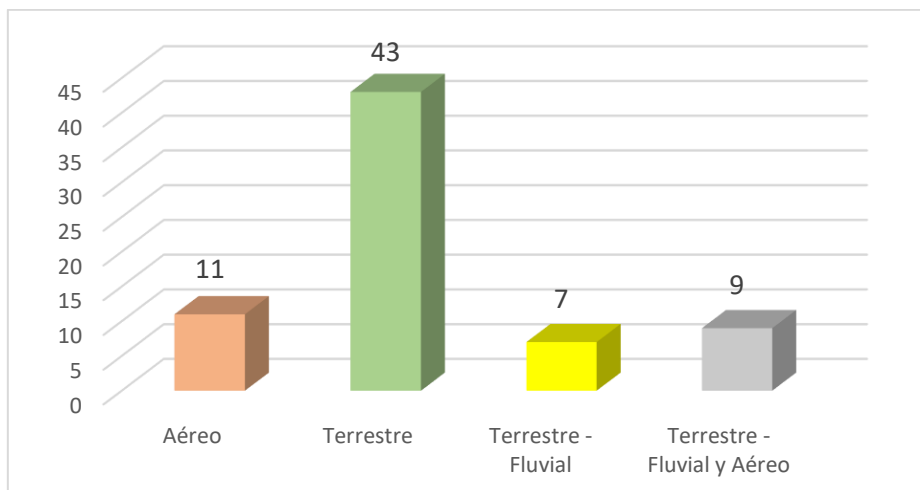


Figura 16: Acceso de transporte de las instituciones educativas. Fuente: (AMIE, 2018-2019).

Los centros poblados o comunidades donde están asentadas las instituciones educativas pertenecen a las nacionalidades indígenas, que, por su mayor representación, conforme la Figura 17, se tiene: 50 establecimientos educativos de la nacionalidad indígena Kichwa, 17 planteles educativos pertenecen a la nacionalidad indígena Waorani y 3 centros educativos están asentadas y atienden a la nacionalidad indígena Shuar (AMIE, 2018-2019).

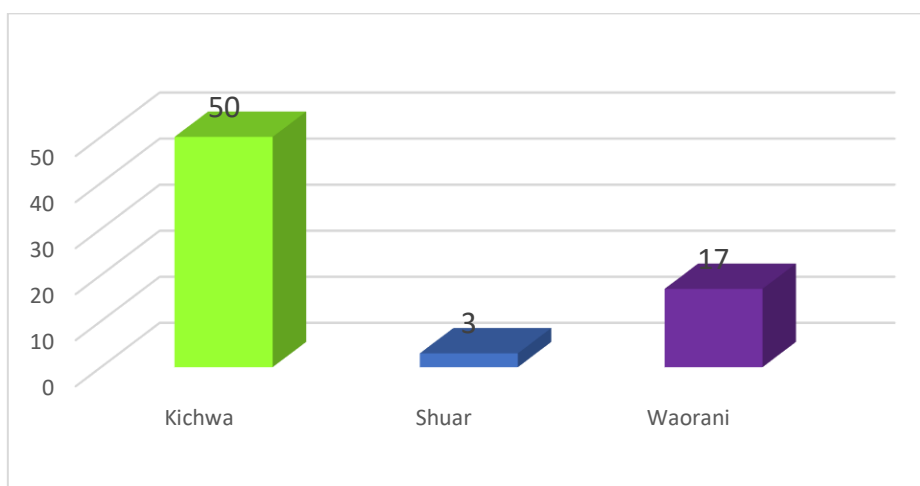


Figura 17: Instituciones educativas por nacionalidad indígena predominante. Fuente: (AMIE, 2018-2019).

### 3.2. Datos e información

En el proceso de investigación, se trabajó con datos de fuente secundaria para dar respuesta a los objetivos planteados, la información se encuentra en formato cvs y *shapefiles* y se clasifica en:

### 1.2.1. Datos de nivel interno de la institución

La información de los establecimientos educativos es de fuente de la división de planificación del Distrito 16D02 Arajuno – Educación y de la página web del Ministerio de Educación, desde la base de datos del Archivo Maestro de instituciones educativas (AMIE, 2018-2019).

Las instituciones educativas contienen el listado de establecimientos e información geográfica de localización. La base de datos contiene las siguientes informaciones:

- Nombre del establecimiento: Corresponde un nombre de identificación del centro educativo.
- Código AMIE: Identificación alfanumérica única de cada institución educativa.
- Circuito educativo: Identificación alfanumérica de representación administración de circuitos educativos.
- Comunidad: Corresponde al nombre de la comunidad donde se encuentra el establecimiento educativo.
- Parroquia: Corresponde al nombre de la parroquia la comunidad donde pertenece el centro educativo.
- Jornada de funcionamiento del establecimiento: Estas pueden ser matutina, vespertina y nocturna.
- Sostenimiento: Los planteles educativos pueden ser fiscal, fiscomisional y particular.
- Nacionalidad indígena predominante: Existen 14 nacionalidades indígenas en el Ecuador reconocidas por la Constitución de la República del Ecuador.
- Tipo de acceso: Según la situación geográfica las personas utilizan como medio de transporte el terrestre, fluvial y aéreo.
- Grado o nivel de oferta educativa: La institución educativa tiene grados o niveles desde Educación Inicial al tercero de bachillerato, según la población estudiantil y los permisos otorgados por el Ministerio de Educación.
- Número de estudiantes: Define la cantidad de estudiantes del establecimiento.
- Número de docentes: Define la cantidad de docentes del establecimiento.

- Información geográfica: Establece los datos de la ubicación geográfica de los planteles educativos.

### **1.2.2. Datos del nivel externo**

Son informaciones publicadas en las páginas web de las instituciones públicas del estado ecuatoriano, como: la SENPLADES y el Instituto Geográfico Militar entre las instancias principales. Para este análisis, se usó la siguiente información en escala 1:320,000:

- Centros poblados o comunidades: Información geográfica de localización donde se encuentran los establecimientos educativos.
- Red vial estatal o vías terrestres: Referencia geográfica de acceso a los centros educativos.
- Río torrente: Referencia geográfica de acceso de transporte fluvial hacia los centros educativos.
- Zonas de planificación: Información de planificación territorial (división política administrativa).

## **3.3. Metodología**

### **3.3.1. Flujograma de la metodología**

El siguiente flujograma propone una secuencia de pasos metodológicos para el proceso de investigación por fases, las que se describe en la Figura 18:

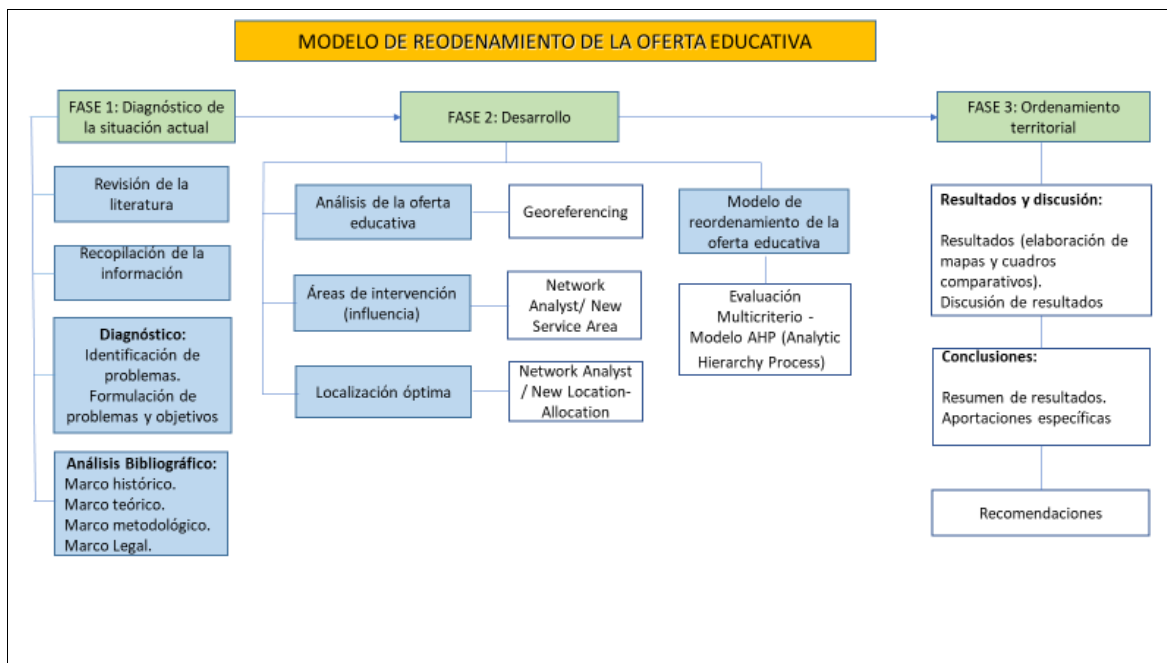


Figura 18: Flujograma de metodología.

### 3.3.2. Pasos metodológicos

Para el desarrollo de cada uno de los puntos del esquema del flujograma de la propuesta del modelo de reordenamiento de la oferta educativa, se detalla la secuencia y ejecución de los objetivos específicos:

#### 3.3.2.1. Análisis de la oferta educativa

Este primer punto corresponde analizar las ofertas educativas que brindan los establecimientos educativos de cada circuito educativo en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación, para lo cual se realizó lo siguiente:

El proceso se inició con la recolección de la información de las variables del objetivo específico. Una vez consolidada y validada todos los datos estadísticos del Distrito 16D02 Arajuno – Educación y de la Coordinación Zonal de Educación 3, se creó la base de datos en formato Excel, referente a las instituciones educativas para el respectivo análisis.



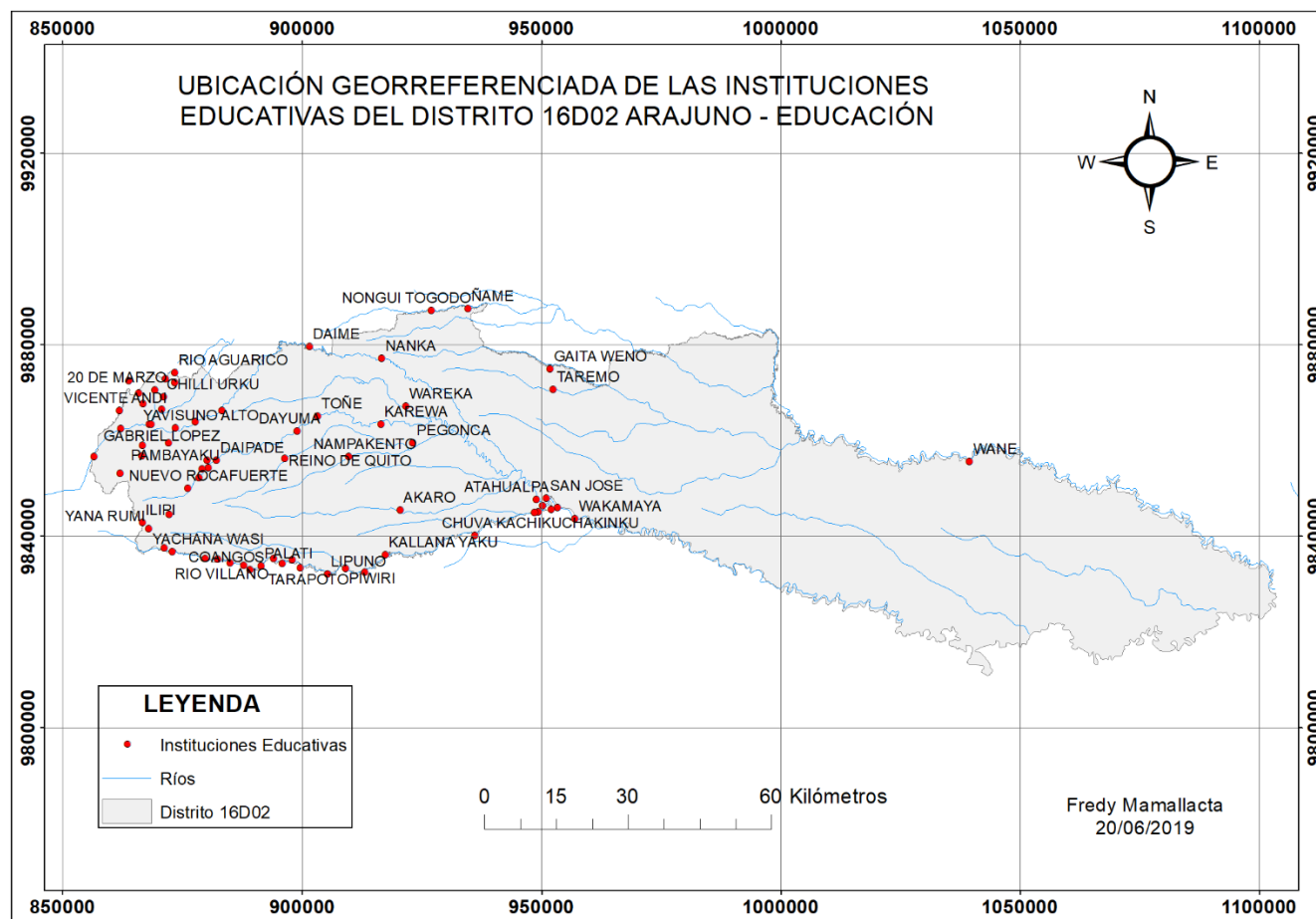
La Tabla 9 muestra la información de los circuitos educativos con el número de instituciones educativas por nivel y áreas en kilómetros cuadrados.

Circuitos Educativos	Instituciones educativas				Área (km <sup>2</sup> )
	Educación Básica Media	Educación Inicial, Educación Básica Media y Superior	Educación Inicial a Bachillerato	Total	
16D02C01_a	6	4		10	148.35
16D02C01_b	2	3	2	7	163.43
16D02C01_c	3			3	120.28
16D02C01_d	3	4		7	206.98
16D02C02_a	4	2	2	8	5917.56
16D02C02_b	11	1	1	13	2020.29
16D02C02_c	6	7	1	14	182.21
16D02C02_d	5	2	1	8	110.40
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>70</b>	

Tabla 9: Circuitos educativos por oferta educativa de los establecimientos. Fuente: (AMIE, 2018-2019).

En base a la información validada, se realizó la georreferenciación de los mapas e imágenes satelitales con la ubicación de puntos de control de las coordenadas (x, y) que permitan realizar el análisis de la situación de las instituciones educativas según su oferta educativa y su cobertura de los Circuitos Educativos.

A continuación, se elaboró el Mapa 3 de ubicación georreferenciada de las instituciones educativas. Además, se realizó un análisis mediante Mapas 4, 5, y 6 del capítulo 4 que muestran la ubicación de las ofertas educativas que ofrecen las instituciones educativas por cada circuito educativo.



Mapa 3: Ubicación georreferenciada de todas las instituciones educativas que administra el Distrito 16D02 Arajuno – Educación.  
Fuente: (AMIE, 2018-2019).

### 3.3.2.2. Determinación de las áreas de intervención (influencia)

Como primer paso para determinar las áreas de intervención del servicio educativo en la zona de estudio, se realizó la recopilación y validación de los datos de ubicación geográfica de las instituciones educativas para determinar el área de servicio educativo para los usuarios.

En base al criterio de Rojas (2001), la Tabla 10 muestra las distancias máximas recomendadas para el recorrido de los estudiantes por niveles educativos.

Nivel educativo	Distancia en metros	Tiempo de recorrido a pie en minutos
Educación Inicial (3 a 4 años)	400	12
Educación Básica Media (1ro. a 7mo. grado)	800	25
Educación Básica Superior (8vo. a 10mo. grado)	1,200	35
Medio Diversificado (1ro a 3ro de Bachillerato)	1,600	50

Tabla 10: Distancias máximas recomendadas para el recorrido de estudiantes por niveles en el área urbana. Fuente: (Rojas, 2001).

También, Rojas (2001) recomienda en el sector rural en áreas no dispersas los estudiantes del nivel primario (corresponde a estudiantes de Educación Básica Media) pueden recorrer hasta 3,000 metros con un tiempo estimado de 90 minutos.

Para el sector rural del cantón Arajuno donde la zona es dispersa, de difícil acceso para el recorrido de los estudiantes, se estableció para el estudio un máximo de 1,000 metros con un tiempo estimado de 35 minutos promedio de recorrido para estudiantes del nivel de Educación Inicial, 1,500 metros para estudiantes de Educación Básica Media a un tiempo de recorrido de 52.5 minutos, 2,000 metros para estudiantes de Educación Básica Superior a un tiempo de recorrido de 70 minutos y 2,500 metros para estudiantes del Bachillerato a un tiempo máximo de recorrido de 87.5 minutos (Ver Tabla 11).

Nivel educativo	Distancia en metros	Tiempo de recorrido a pie en minutos
Educación inicial (3 a 4 años)	1,000	35
Educación Básica Media (1ro. a 7mo. grado)	1,500	52.5
Educación Básica Superior (8vo. a 10mo. grado)	2,000	70
Bachillerato (1ro a 3ro de Bachillerato)	2,500	87.5

Tabla 11: Distancias máximas estimadas para el recorrido de estudiantes por niveles en el área rural. Fuente: (Rojas, 2001).

La superficie terrestre del Distrito 16D02 Arajuno – Educación es amplio en su extensión y para un mejor análisis del área de intervención de servicios educativos se procedió a elaborar mapas donde se aplicó la función New Service Area de la herramienta Network Analyst en el *software* ArcGis 10.5.

Para el análisis de las áreas de servicio educativo conforme la oferta educativa, se aplicó los parámetros de distancia de recorrido establecidos en la Tabla 11. Para el efecto, se muestra la descripción de los mapas del capítulo 4 en la Tabla 12, donde también se considera los radios de 3,000 y 8,000 metros para las instituciones educativas más representativas con más de 90 estudiantes, considerando la distancia que recorre un alumno desde su residencia hasta un establecimiento educativo:

Número de mapa	Nivel educativo de las instituciones educativas	Radio (metros)	Tiempo (minutos)	Página
7	Educación Básica (Primero a Séptimo grado)	1,500	52.5	82
8	Educación Inicial, Básica Media y Básica Superior	1,000, 1,500 y 2,000	35, 52.5 y 70	83
9	Educación Inicial, Básica Media, Básica Superior y Bachillerato	1,000, 1,500, 2,000 y 2,500	35, 52.5, 70 y 87.5	84
10	Instituciones educativas con más de 90 estudiantes.	3,000 y 8,000	105 y 280	85

Tabla 12: Descripción de mapas de áreas de intervención de servicio educativo de las instituciones educativas conforme el nivel educativo que ofertan.

El Mapa 10 de la Tabla 12 se elaboró para el área de intervención de los servicios educativos de las instituciones educativas con más de 90 estudiantes distribuido por circuito educativo, con radio de 3,000 metros recomendado para el área rural conforme Rojas (2001) y 8,000 metros de distancia como parámetro de recorrido

que realizan varios estudiantes para llegar al lugar de aprendizaje, la misma que permitió visualizar la cobertura máxima de área de acceso que cubren los establecimientos educativos.

### **3.3.2.3. Localización y accesibilidad óptima**

En base a la información recolectada desde las distintas instituciones públicas referente a *shapefile* para la localización y accesibilidad se tiene los siguientes datos: Vías o carreteras, senderos o caminos, ríos, y ubicaciones geográficas de los servicios educativos, se procedió a realizar:

- i. Se realizó la digitalización de las vías de accesibilidad de carreteras, senderos y ríos para establecer una red vial del cantón Arajuno.
- ii. Se efectuó los cálculos de las distancias (metros) de la ubicación de las instituciones educativas según la oferta educativa del establecimiento.
- iii. Se determinó entidades candidatas que constituyen instituciones educativas que ofertan servicios educativos de Educación Inicial, Educación Básica Media, Educación Básica Superior y Bachillerato. Así como se estableció entidades demandantes que comprenden las instituciones educativas que no ofertan servicios educativos de Educación Básica Superior y Bachillerato.
- iv. Una vez realizada la red (New Network DataSet) se cargó las capas de entidades candidatas y demandantes para realizar el cálculo "Location - Allocation" o "Ubicación Asignación" con la utilización de la herramienta Network Analyst de ArcMap.

Aplicado la metodología, se tiene los siguientes mapas del capítulo 4 que se presenta en la Tabla 13:

Nº. mapa	Entidad Elegida (Institución educativa con Oferta Educativa Superior)	Entidad Demandante (Institución educativa que requiere de la Oferta Educativa)	Página
11	Instituciones educativas de Educación Inicial, Básica Media y Superior	Instituciones educativas con Educación Básica Media	87
12	Unidades educativas con Oferta Educativa Completa	Instituciones educativas de Educación Inicial, Básica Media y Superior	88
13	Unidades educativas con Oferta Educativa Completa	Todas las instituciones educativas que no ofertan Educación Completa	89
14	Unidades educativas con oferta educativa completa y las instituciones educativas que requieren la creación del primero de Bachillerato	Todas las instituciones educativas que no ofertan Educación Completa	90
15	Unidades educativas con oferta educativa completa y las instituciones educativas que requieren la creación del primero de Bachillerato	Todas las instituciones educativas que no ofertan Educación Completa, a un rango de 280 minutos (8000 metros de distancia).	91
16	Unidades educativas con oferta educativa completa y las instituciones educativas que requieren la creación del primero de Bachillerato (3 Establecimientos Educativos para Repotenciación)	Todas las instituciones educativas que no ofertan Educación Completa	92

Tabla 13: Descripción de mapas de localización óptima de las instituciones educativas con oferta educativa que cubren la demanda de los servicios educativos de los establecimientos educativos.

#### 3.3.2.4. Modelo de reordenamiento de la oferta educativa

Para el proceso de reordenamiento de la oferta educativa de las instituciones educativas en la zona de estudio, se estableció en primer lugar los factores y criterios para la ordenación de acuerdo a los aspectos físicos y geográficos de la ubicación de los establecimientos educativos.

En la determinación de una de las alternativas viables, se aplicó la EMC mediante el AHP con el propósito de que el resultado sea una alternativa valorada y priorizada en el tema de la ordenación territorial de la oferta educativa. Estos pasos son:

- I. Se realizó una reunión en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación con el técnico responsable de la unidad de planificación y un administrador circuital funcionarios de la dirección distrital para revisar y establecer los criterios y alternativas para la aplicación de la EMC.

- II. En esta etapa se seleccionó los criterios para la evaluación de cumplimiento del propósito u objetivo de reordenamiento de la oferta educativa para lo cual se muestra en la Figura 19 los cuatro criterios: Costo de transporte, costo de mantenimiento de infraestructura, inversión en infraestructura nueva y atención de la demanda educativa, criterios que se priorizó, se seleccionó y están interrelacionadas con el objetivo del reordenamiento de la oferta educativa:

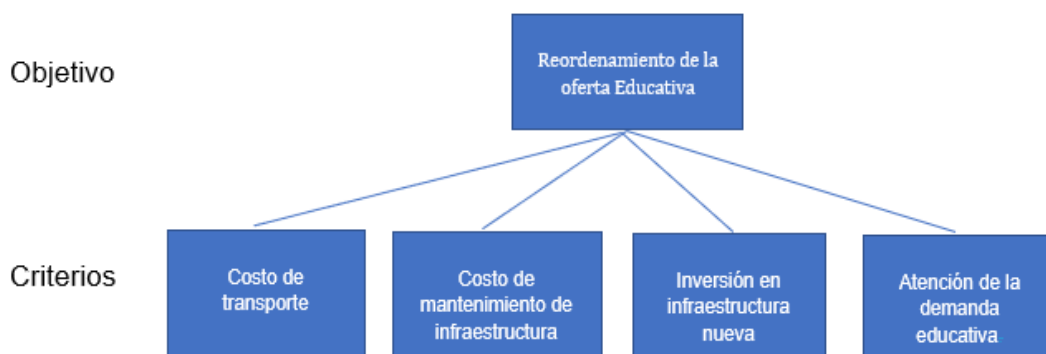


Figura 19: Análisis para la identificación de criterios. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

- III. Posterior a la identificación de criterios, se identificó las variables y el indicador. La Tabla 14 muestra la variable e indicador de cada uno de los criterios seleccionados para la EMC, que constituye la expresión definida para la correcta comprensión del criterio para la toma de decisiones.

El criterio costo de transporte, a través de la variable accesibilidad, permitió medir el tiempo de recorrido desde un punto (i) origen a un destino (j) y el costo de transporte. El costo de mantenimiento de infraestructura, mediante la variable mantenimiento preventivo de infraestructura, permitió obtener el costo de mantenimiento de infraestructura disponible como soporte de las actividades para el aprendizaje de los estudiantes. La inversión en infraestructura nueva, con la variable infraestructura nueva permitió obtener la información del número de construcción de establecimientos en el periodo

escolar. Por último, el criterio atención de la demanda educativa, mediante la variable atención de la demanda, permitió obtener el indicador número de servicios educativos atendidos dentro de cada periodo escolar.

<b>Criterios</b>	<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>
Costo de transporte	Accesibilidad	Tiempo de recorrido desde un punto (i) origen a un destino (j). Costos de transporte.
Costo de mantenimiento de infraestructura	Mantenimiento preventivo de Infraestructura	Costo total de mantenimiento de la infraestructura disponible como soporte de las actividades para el aprendizaje de los estudiantes.
Inversión en infraestructura nueva	Infraestructura nueva	Número de construcción de establecimientos en el periodo escolar
Atención de la demanda educativa	Atención de la demanda	Número de servicios educativos atendidos dentro de cada periodo escolar.

Tabla 14: Variables e indicadores de los criterios para el reordenamiento de la oferta educativa. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

- IV. En este paso se construyó el esquema del modelo jerárquico donde se ordenó los criterios por niveles y las respectivas alternativas a partir del propósito u objetivo.

La Figura 20 muestra que el objetivo del reordenamiento de la oferta educativa tiene los cuatro criterios identificados en la Figura 19. Cada uno de los criterios está interrelacionada con las siguientes cuatro alternativas: Encadenamiento educativo, repotenciación de los establecimientos, creación de nuevos establecimientos y fusión de establecimientos y viceversa. Cada alternativa está relacionada con los cuatro criterios del anterior nivel.



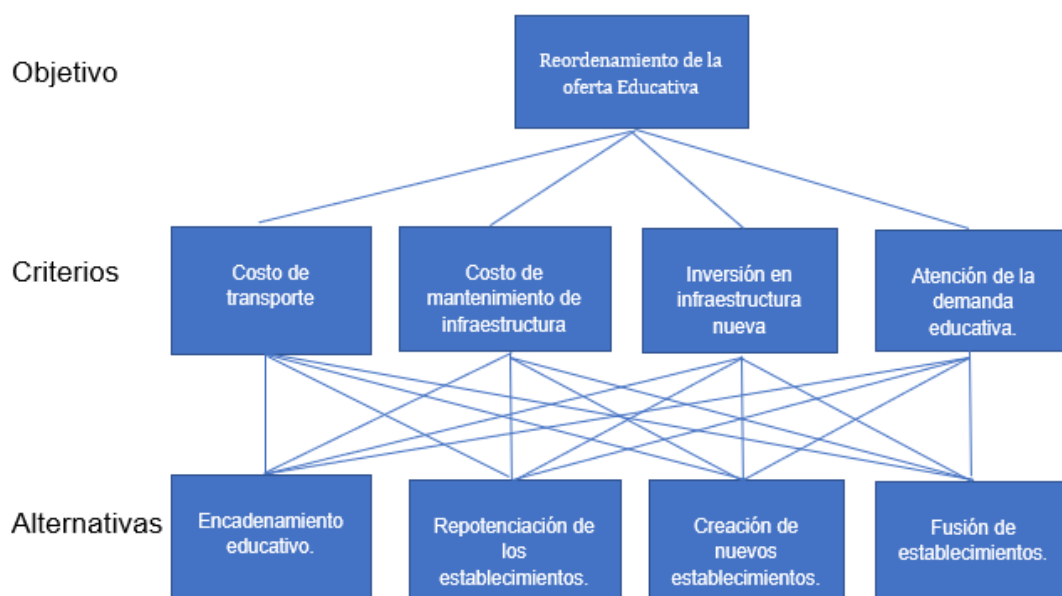


Figura 20: Modelo Jerárquico. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

- V. A continuación, en el *software* Excel se ingresó los juicios de importancia relativa de los criterios de acuerdo a la escala propuesta por el método AHP, que consiste en la construcción de la matriz de comparaciones. También, se realizó el cálculo de prioridades por el método AHP, entre el total de elementos comparados. El procedimiento para el cálculo de prioridades que consiste en simplificar la matriz de comparaciones, que es la división de los valores de los elementos comparados para la suma de los elementos de la columna. Continuando con el cálculo del vector propio, que constituye el promedio de los elementos de la fila, que es el vector de prioridades o de ponderaciones de cada uno de los criterios.

En primera instancia, se elaboró las matrices de comparaciones de cada criterio en función de la mayor importancia de acuerdo a la escala de Saaty (1997) y los cálculos de los vectores propios.

Entonces, la Tabla 15, 16, 17, y 18, muestra la matriz de comparaciones, la ponderación y el vector propio de los criterios: Costo de transporte, costo de

mantenimiento, inversión en infraestructura nueva y atención de la demanda educativa.

En la Tabla 19 se determinó la comparación entre criterios y el cálculo de la ponderación y vector propio. Este proceso estableció que el criterio atención de la demanda educativa obtuvo la mayor ponderación.

Continuando con el proceso de EMC, la Tabla 20 muestra el resumen de ponderaciones y vectores propios de las alternativas por cada criterio.

Criterio: Costo de transporte	Encadenamiento educativo	Repotenciación de los establecimientos.	Creación de nuevos establecimientos.	Fusión de establecimientos.	Matriz normalizada				Vector promedio
Encadenamiento educativo	1	1/9	1/7	1	0.06	0.07	0.03	0.06	0.05
Repotenciación de los establecimientos.	9	1	3	9	0.50	0.64	0.70	0.50	0.59
Creación de nuevos establecimientos.	7	1/3	1	7	0.39	0.21	0.23	0.39	0.31
Fusión de establecimientos.	1	1/9	1/7	1	0.06	0.07	0.03	0.06	0.05
Suma	18.00	1.56	4.29	18.00					

Tabla 15: Matriz de comparación de alternativas para la obtención de la ponderación y vector propio del criterio costo de transporte. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

Criterio: Costo de mantenimiento de infraestructura	Encadenamiento educativo	Repotenciación de los establecimientos.	Creación de nuevos establecimientos.	Fusión de establecimientos.	Matriz normalizada				Vector promedio
Encadenamiento educativo	1	3	5	1	0.39	0.42	0.28	0.40	0.37
Repotenciación de los establecimientos.	1/3	1	5	1/3	0.13	0.14	0.28	0.13	0.17
Creación de nuevos establecimientos.	1/5	1/5	1	1/7	0.08	0.03	0.06	0.06	0.05
Fusión de establecimientos.	1	3	7	1	0.39	0.42	0.39	0.40	0.40
Suma	2.53	7.20	18.00	2.48					

Tabla 16: Matriz de comparación de alternativas para la obtención de la ponderación y vector propio del criterio de costo de mantenimiento. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno – Educación.

Criterio: Inversión en infraestructura nueva	Encadenamiento educativo	Repotenciación de los establecimientos.	Creación de nuevos establecimientos.	Fusión de establecimientos.	Matriz normalizada				Vector promedio
Encadenamiento educativo	1	1/9	1/7	1/3	0.05	0.07	0.03	0.04	0.05
Repotenciación de los establecimientos.	9	1	3	5	0.45	0.61	0.67	0.54	0.57
Creación de nuevos establecimientos.	7	1/3	1	3	0.35	0.20	0.22	0.32	0.27
Fusión de establecimientos.	3	1/5	1/3	1	0.15	0.12	0.07	0.11	0.11
Suma	20.00	1.64	4.48	9.33					

Tabla 17: Matriz de comparación de alternativas para la obtención de la ponderación y vector propio del criterio de inversión de infraestructura nueva. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

Criterio: Atención de la demanda educativa	Encadenamiento educativo	Repotenciación de los establecimientos.	Creación de nuevos establecimientos.	Fusión de establecimientos.	Matriz normalizada				Vector promedio
Encadenamiento educativo	1	1/7	1/5	3	0.08	0.09	0.05	0.17	0.09
Repotenciación de los establecimientos.	7	1	3	9	0.53	0.63	0.68	0.50	0.58
Creación de nuevos establecimientos.	5	1/3	1	5	0.38	0.21	0.23	0.28	0.27
Fusión de establecimientos.	1/3	1/9	1/5	1	0.03	0.07	0.05	0.06	0.05
Suma	13.33	1.59	4.40	18.00					

Tabla 18: Matriz de comparación de alternativas para la obtención de la ponderación y vector propio del criterio de atención de la demanda educativa. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

Criterios	Costo de transporte	Costo de mantenimiento infraestructura	Inversión en infraestructura nueva	Atención de la demanda educativa	Matriz normalizada				Vector promedio
Costo de transporte	1	1/5	1/3	1/7	0.06	0.04	0.05	0.08	0.06
Costo de mantenimiento infraestructura	5	1	3	1/3	0.31	0.22	0.41	0.18	0.28
Inversión en infraestructura nueva	3	1/3	1	1/3	0.19	0.07	0.14	0.18	0.15
Atención de la demanda educativa	7	3	3	1	0.44	0.66	0.41	0.55	0.52
Suma	16.00	4.53	7.33	1.81					

Tabla 19: Matriz de comparación de criterios para la obtención de la ponderación y vector propio de criterios. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

Alternativas	Criterios				Vector promedio (Normals)
	Costo de transporte	Costo de mantenimiento infraestructura	Inversión en infraestructura nueva	Atención de la demanda educativa	
Encadenamiento educativo	0.05	0.38	0.05	0.09	0.161
Repotenciación de los establecimientos.	0.60	0.17	0.58	0.59	0.471
Creación de nuevos establecimientos.	0.30	0.05	0.25	0.28	0.211
Fusión de establecimientos.	0.05	0.40	0.12	0.05	0.157
Ponderación	0.06	0.28	0.14	0.53	1.00

Tabla 20: Matriz de resumen de ponderaciones y vectores propios de las alternativas por cada criterio. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

- VI. En el *software* Super Decisions V.2.10, se calculó la RC de cada una de las matrices de comparaciones para determinar el nivel de inconsistencia para lo cual se requirió el valor del CI y la respectiva RI. Considerando que la RC debe ser inferior al 10%. Las expresiones utilizadas son:

$$RC = \frac{CI}{RI}$$

$$CI = \frac{n_{max} - n}{n - 1}$$

$$RI = \frac{1.98(n-2)}{n}$$

Los primeros cálculos de ponderaciones y vectores propios de las alternativas por cada criterio contribuyeron para continuar con los pasos de la metodología. Estos resultados se detallan en la Tabla 21, que presenta la RC de cada una de las alternativas y la comparación de la relación entre criterios. Se observa que la RC se encuentra entre 2% y 7%, rango, permitido que es inferior al 10%.

Alternativas	Razón de consistencia (RC=CI/RI)	%
Costo de transporte	0.03	3%
Costo de mantenimiento infraestructura	0.05	5%
Inversión en infraestructura nueva	0.02	2%
Atención de la demanda educativa	0.07	7%
Entre criterios	0.05	5%

Tabla 21: Resumen de razón de consistencia de cada matriz de alternativas por cada criterio, y la comparación entre criterios. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno – Educación.

- VII. El *software* Super Decisions V 2.10 permitió calcular la estandarización y cálculo de índice que sintetiza los indicadores de cada criterio y sus respectivas ponderaciones. Esto es multiplicar los indicadores normalizado por su ponderador respectivo para cada alternativa.

El resultado se determina en la Tabla 22, que muestra los valores del vector propio (Normal) y el índice Ideal, que determinó a la alternativa ubicado en el Ranking 1 que constituye como la primera opción viable, la repotenciación de los establecimientos educativos en el proceso de reordenamiento de la oferta educativa.

Alternativas	Total	Normal	Ideal	Ranking
Repotenciación de los establecimientos	0.24	0.47	1.00	1
Creación de nuevos establecimientos	0.11	0.21	0.45	2
Encadenamiento educativo	0.08	0.16	0.34	3
Fusión de establecimientos	0.08	0.16	0.33	4

Tabla 22: Índice de comparaciones y ranking de alternativas. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

- VIII. Finalmente, para determinar el análisis de sensibilidad con el *software* Super Decisions V 2.10, se realizó el análisis de comportamiento del *ranking*, variando las ponderaciones relativas de los criterios específicos.

La Tabla 23 y la Figura 21 del capítulo 4 muestran el análisis de sensibilidad con los posibles escenarios de ponderación del criterio costo de transporte en la evaluación de las alternativas.

La Tabla 24 y la Figura 22 del capítulo 4 muestran el análisis de sensibilidad con los posibles escenarios de ponderación del criterio costo de mantenimiento de infraestructura en la evaluación de las alternativas.

La Tabla 25 y la Figura 23 del capítulo 4 muestran el análisis de sensibilidad con los posibles escenarios de ponderación del criterio inversión en infraestructura nueva en la evaluación de las alternativas.

La Tabla 26 y la Figura 24 del capítulo 4 muestran el análisis de sensibilidad con los posibles escenarios de ponderación del criterio atención de la demanda educativa en la evaluación de las alternativas.

## **CAPITULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Resultados**

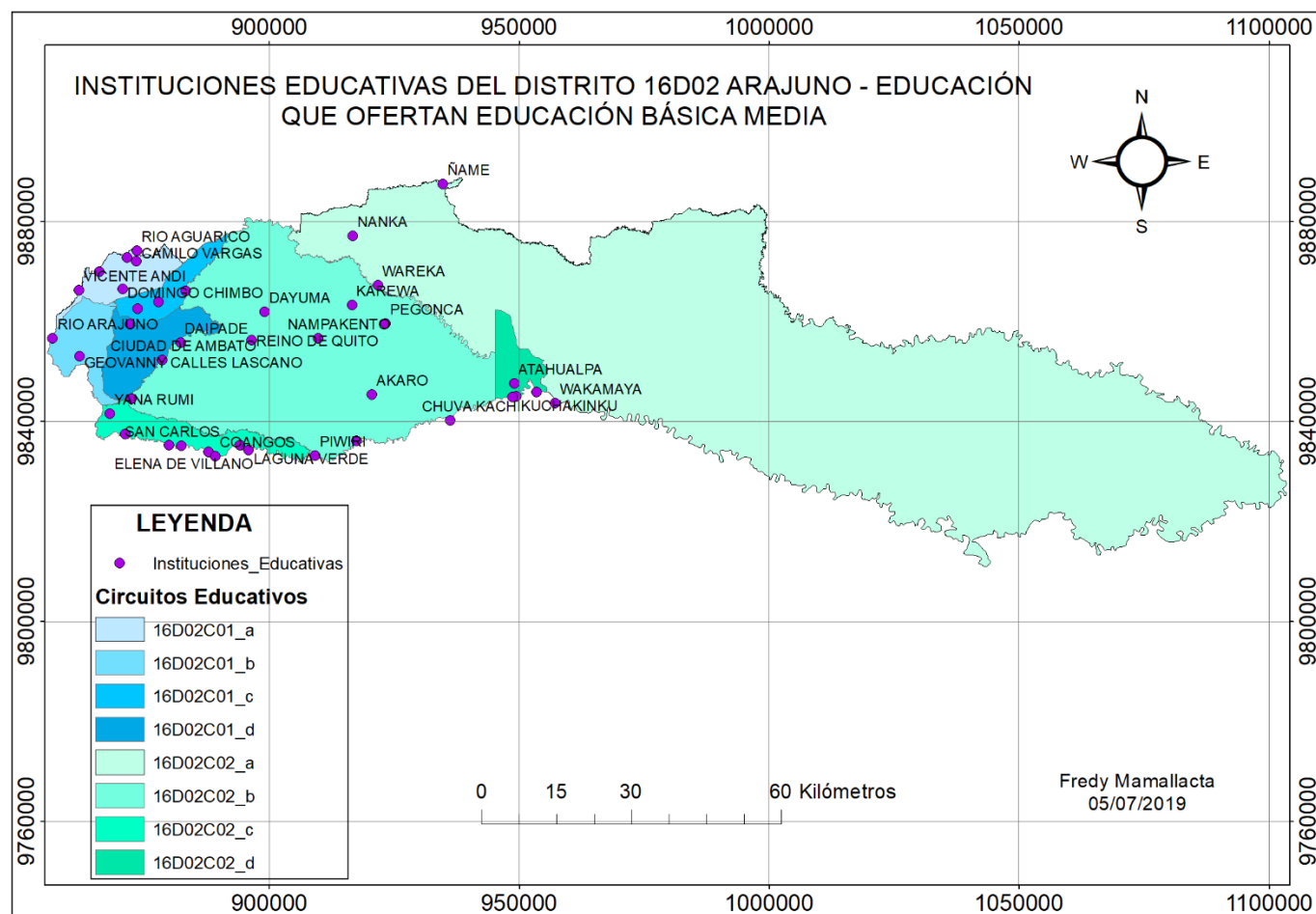
Los resultados obtenidos se presentan conforme las preguntas de investigación y de acuerdo al flujograma de trabajo.

El objetivo del desarrollo de este capítulo es exponer los resultados numéricos y geográficos con la finalidad de ser analizados en el subcapítulo 4.2, que corresponde a la Discusión de resultados.

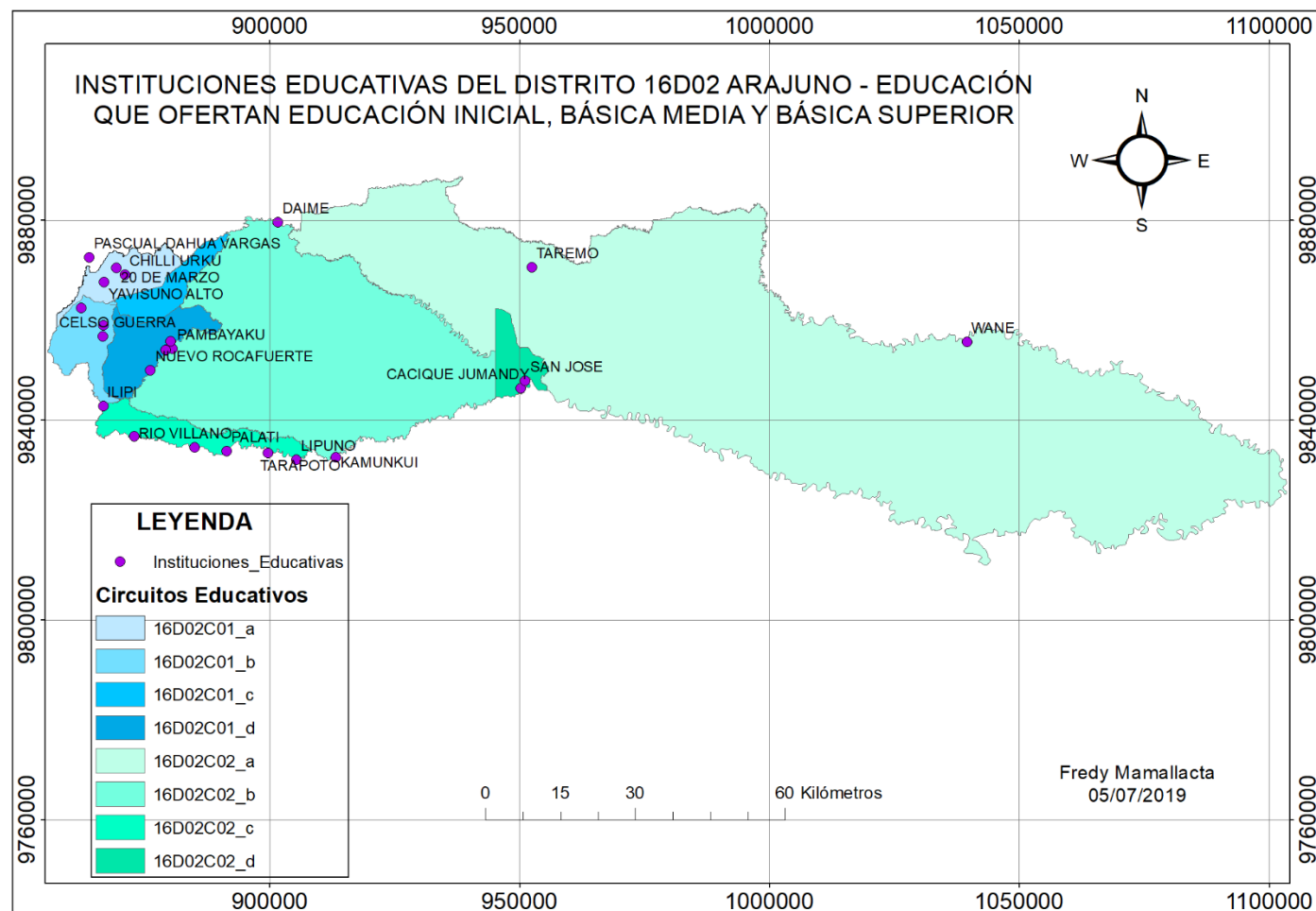
#### **4.1.1. Análisis territorial de la oferta educativa**

Los Mapas 4, 5 y 6 muestran la ubicación georreferenciada de las 70 instituciones educativas por oferta educativa que corresponden a 40 establecimientos de Educación Básica Media, 23 planteles que ofertan desde Educación Inicial a Educación Básica Superior y 7 unidades educativas que ofrecen educación desde Educación Inicial hasta el Bachillerato respectivamente, identificadas dentro de la delimitación de cada circuito educativo.

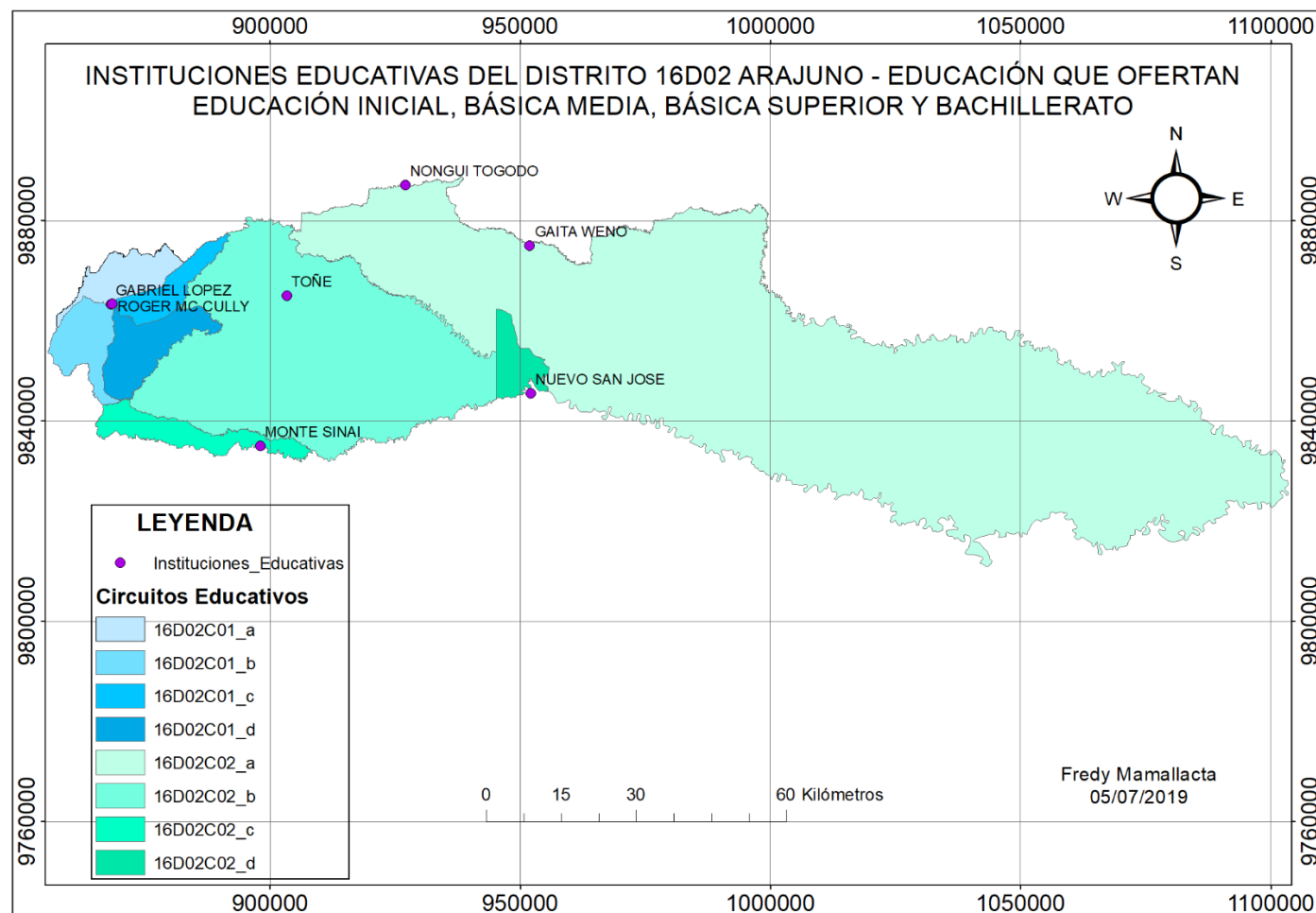




Mapa 4: Instituciones educativas que ofertan Educación Básica Media por circuito educativo que son administradas por el Distrito 16D02 Arajuno – Educación. Fuente: (AMIE, 2018-2019).



Mapa 5: Instituciones educativas que ofertan Educación Inicial, Básica Media y Básica Superior por circuito educativo que son administradas por el Distrito 16D02 Arajuno – Educación. Fuente: (AMIE, 2018-2019).



Mapa 6: Instituciones educativas que ofertan Educación Inicial, Básica Media, Básica Superior y Bachillerato por circuito educativo que son administradas por el Distrito 16D02 Arajuño – Educación. Fuente: (AMIE, 2018-2019).

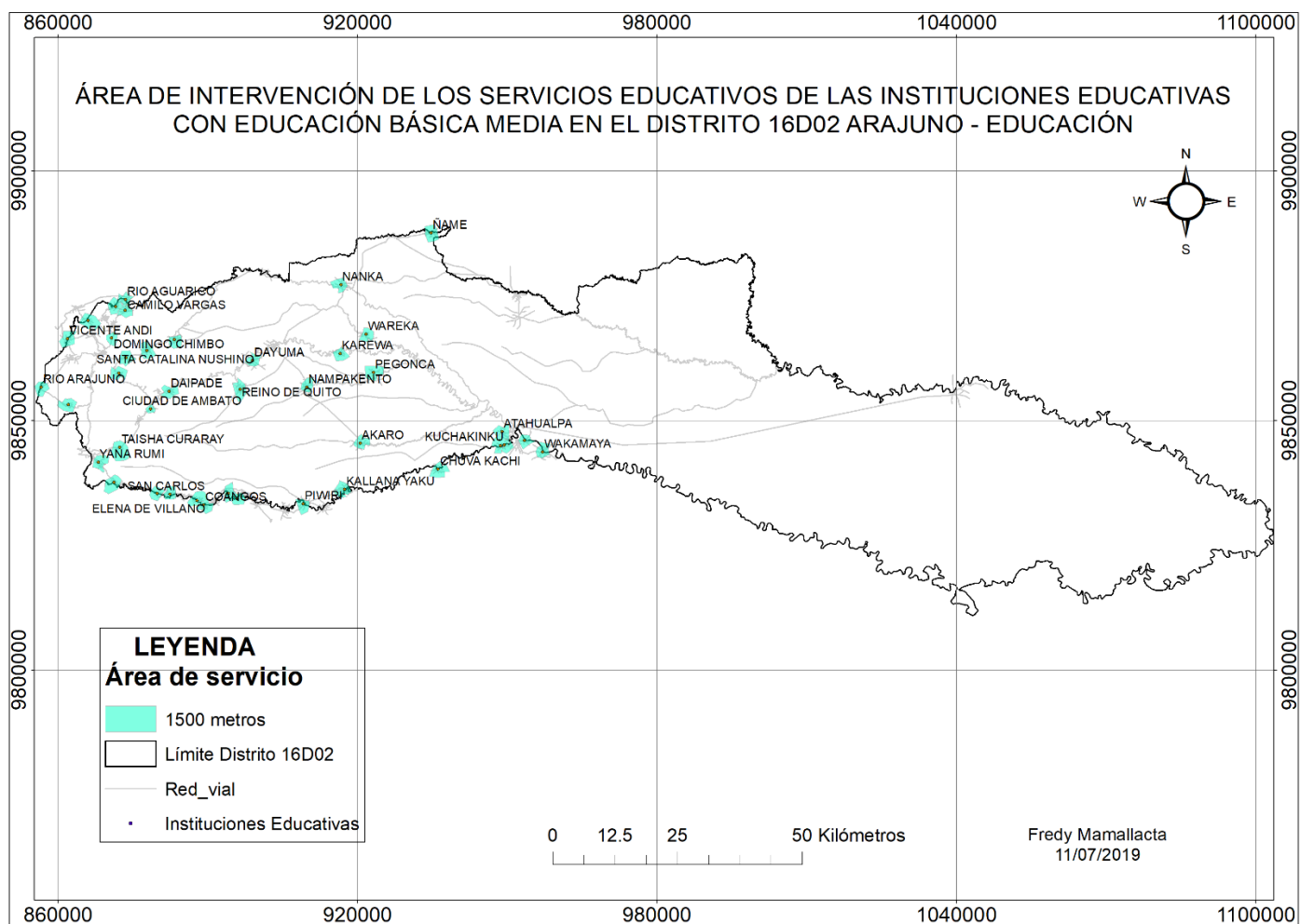
#### **4.1.2. Áreas de intervención del servicio educativo**

La representación de las áreas de intervención de los establecimientos educativos con los servicios educativos se visualiza a través de mapas geográficos. El Mapa 7 muestra el área de intervención de los servicios a un radio de 1,500 metros de distancia de cobertura de las instituciones educativas de Educación Básica Media.

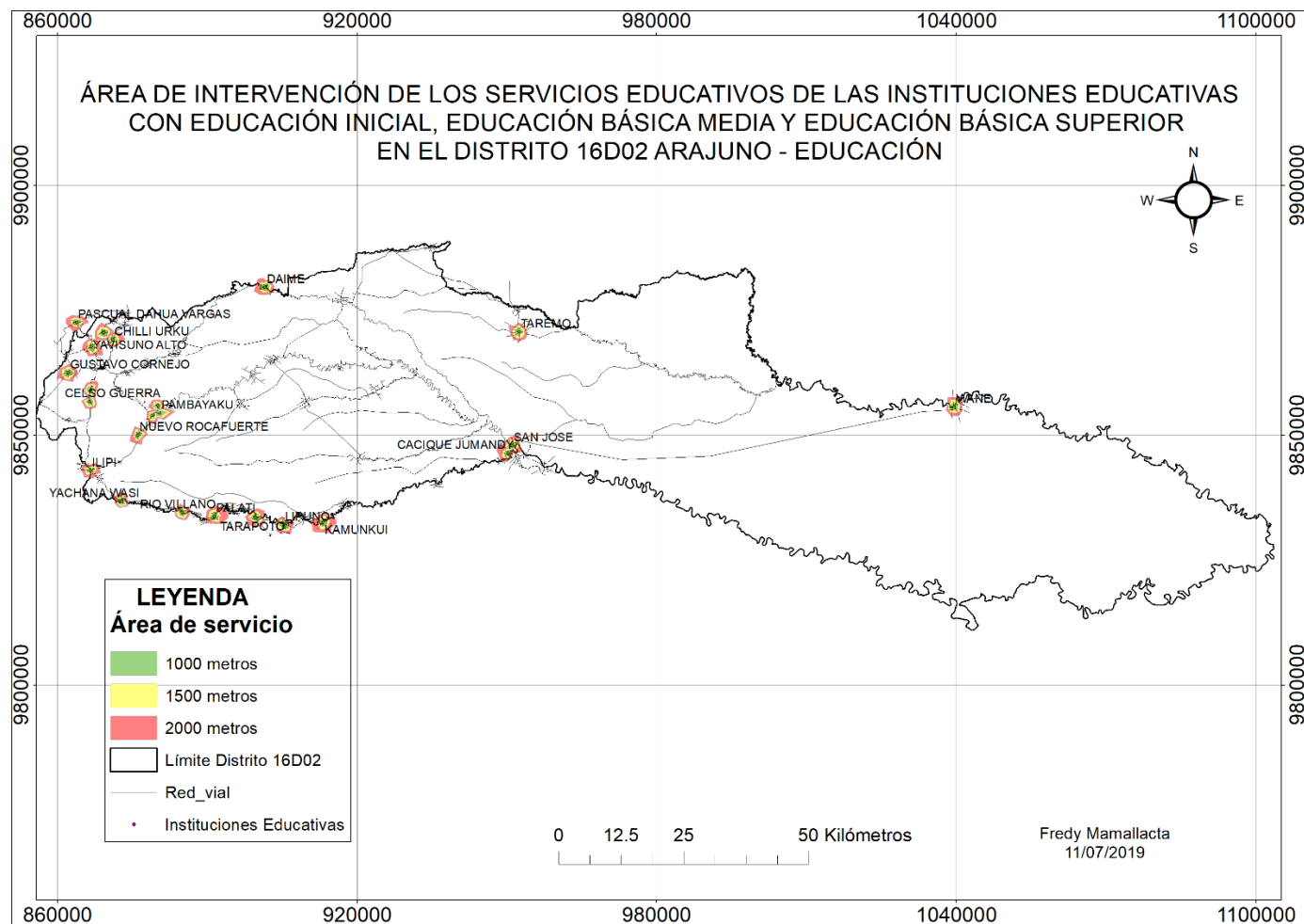
En el Mapa 8 se determinó la cobertura del área de intervención de los servicios educativos que ofrecen las instituciones educativas que ofertan Educación Inicial, Básica Media y Básica Superior dentro de un radio de 1,000, 1,500 y 2,000 metros de distancia conforme el nivel educativo.

Así mismo, el Mapa 9 delimitó el área de intervención de los servicios educativos de los establecimientos educativos que ofertan Educación Inicial, Básica Media, Básica Superior y Bachillerato aplicando a radios de 1,000, 1,500, 2,000 y 2,500 metros de distancia correspondiente a cada nivel educativo.

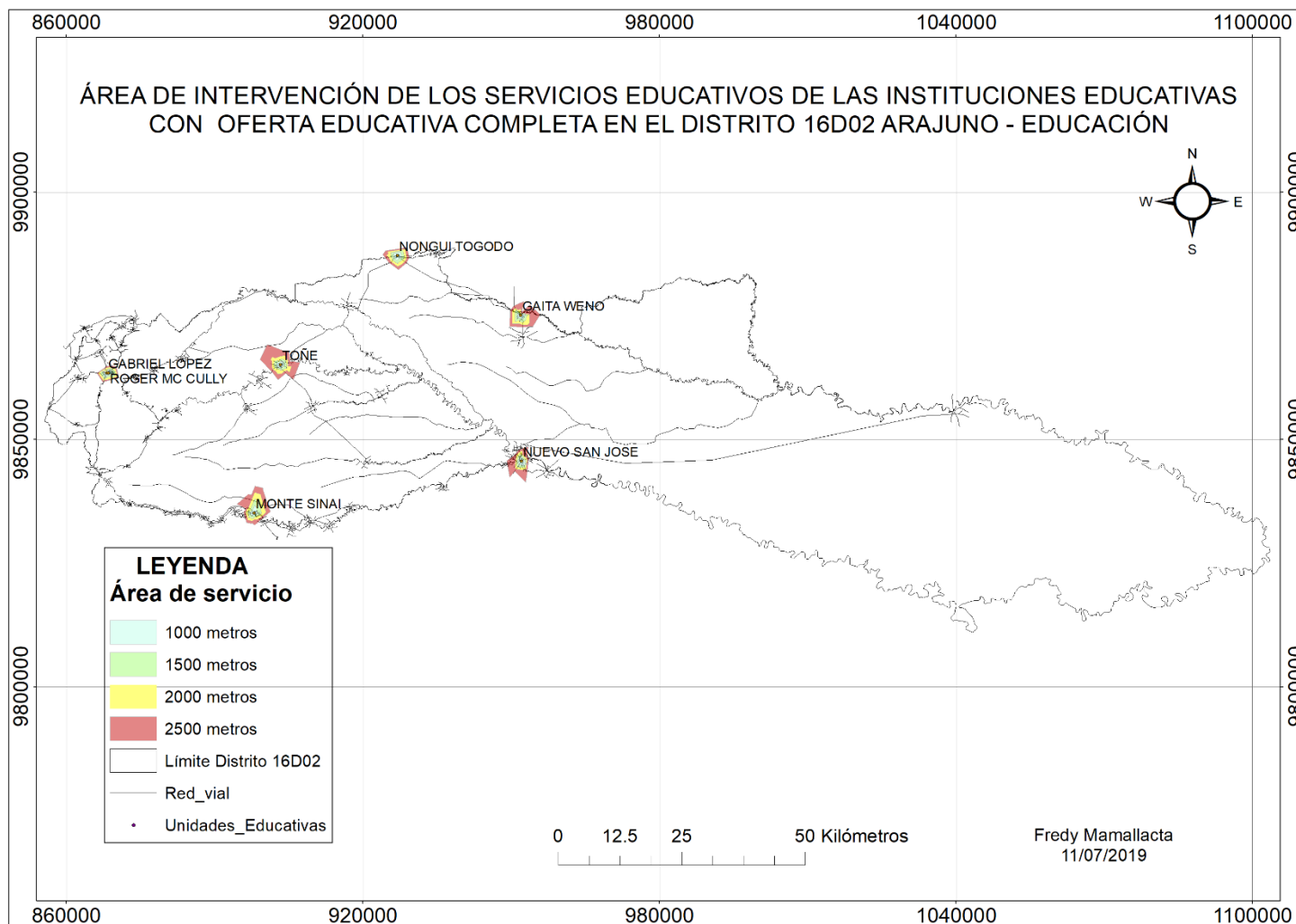
Finalmente, el Mapa 10 presenta el área de intervención de los servicios educativos de las instituciones educativas con más de 90 estudiantes distribuido por circuito educativo para una cobertura de atención educativa a 3,000 y 8,000 metros de distancia.



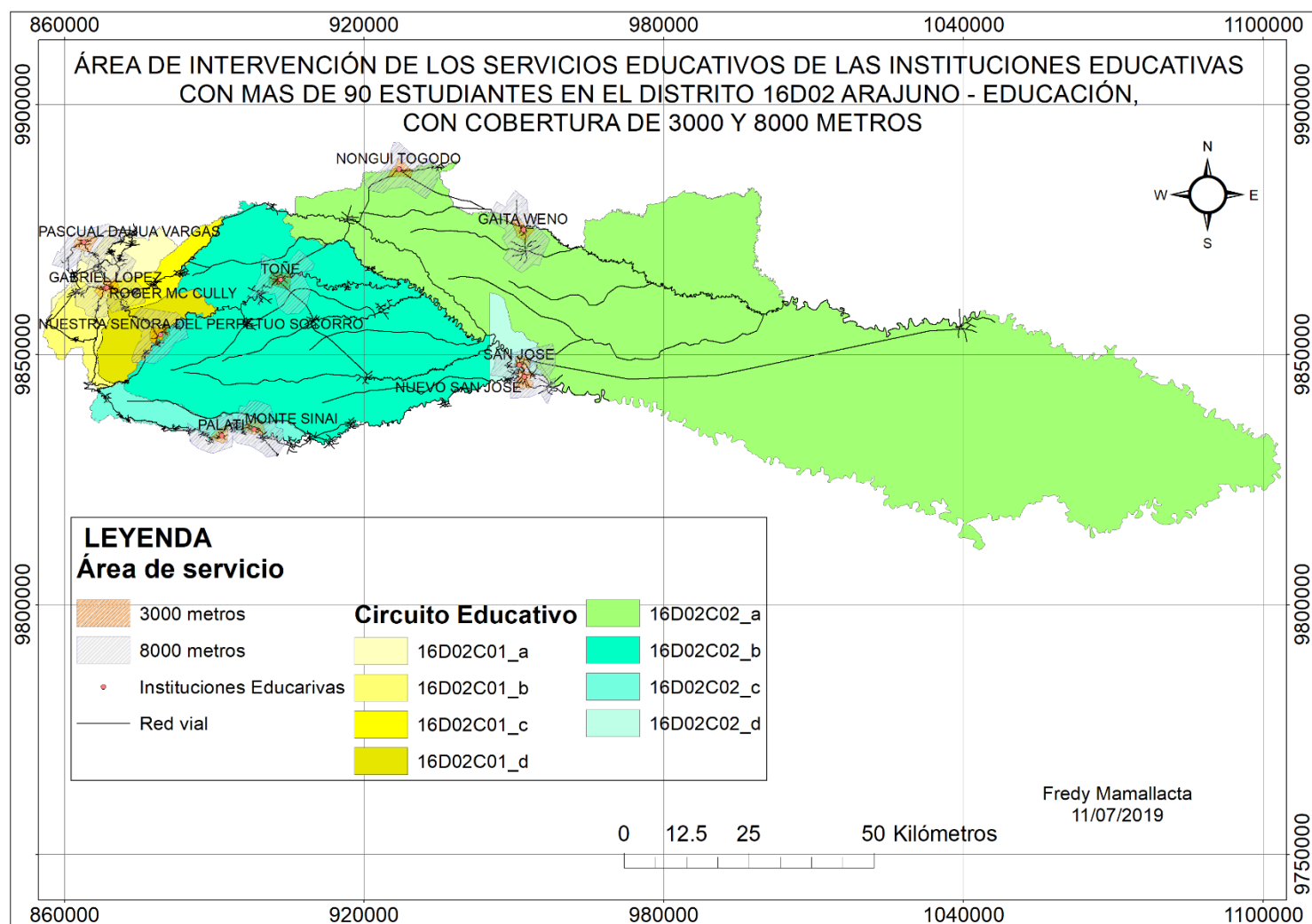
Mapa 7: Área de intervención de los servicios educativos de las instituciones educativas que ofertan Educación Básica (Primero a Séptimo grado) en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación. Fuente: (AMIE, 2018-2019).



Mapa 8: Área de intervención de los servicios educativos de las instituciones educativas que ofertan Educación Inicial, Básica Media y Básica Superior en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación. Fuente: (AMIE, 2018-2019).



Mapa 9: Área de intervención de los servicios educativos de las instituciones educativas que ofertan desde Educación Inicial, Básica Media, Básica Superior y Bachillerato del Distrito 16D02 Arajuno – Educación. Fuente: (AMIE, 2018-2019).



Mapa 10: Área de intervención de los servicios educativos de las instituciones educativas con más de 90 estudiantes distribuido por circuito educativo del Distrito 16D02 Arajuo – Educación. Fuente: (AMIE, 2018-2019).



### **4.1.3. Localización óptima de los servicios educativos**

Para determinar la localización óptima de los servicios educativos que ofertan las instituciones educativas, se consideró tomar en cuenta como parámetro los niveles educativos que ofrecen los establecimientos educativos grandes a los pequeños, para tal efecto:

El Mapa 11 muestra la localización óptima de las instituciones educativas con oferta educativa de Educación Básica Superior que cubren la cobertura de demanda de los 40 establecimientos de Educación Básica Media.

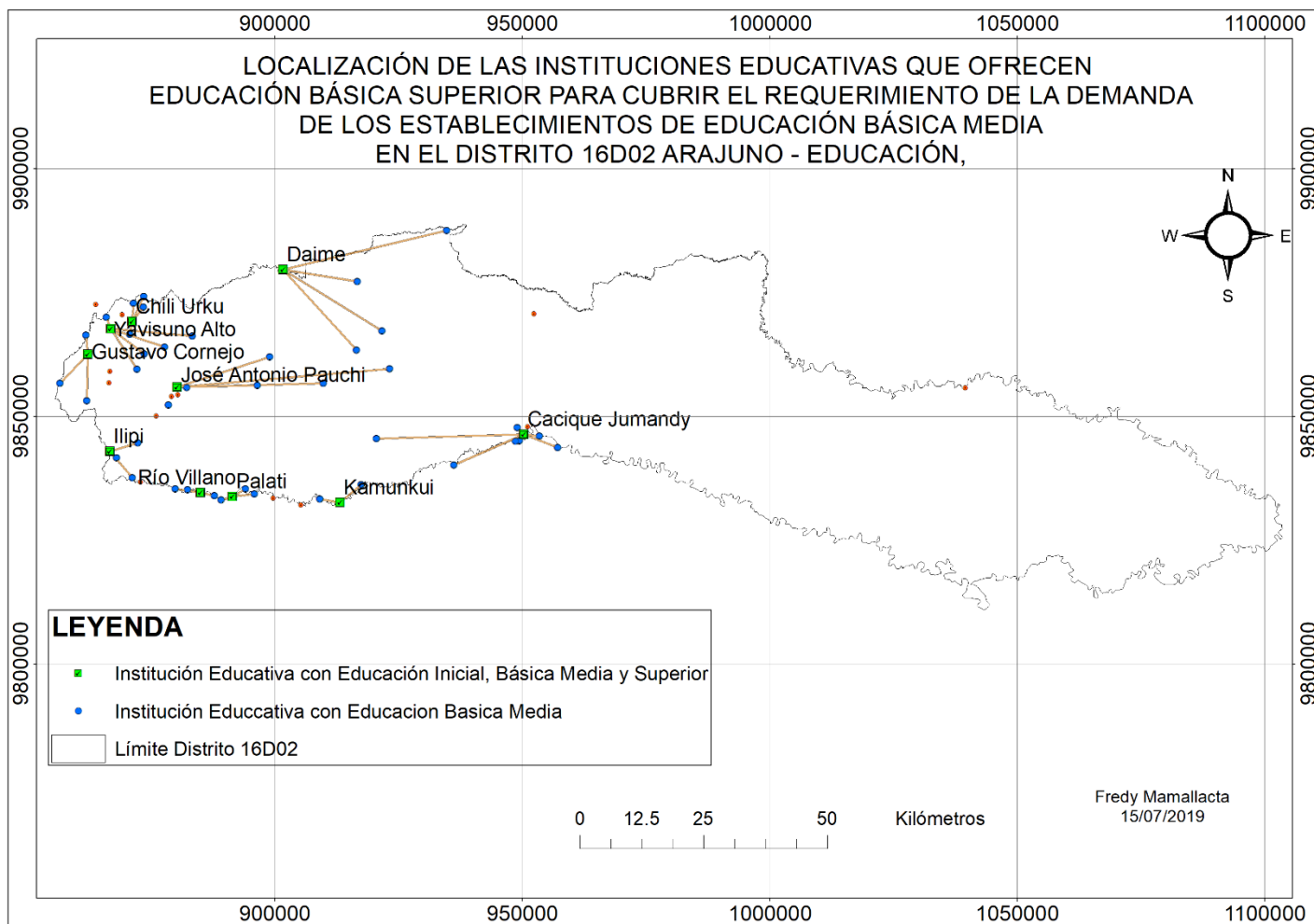
El Mapa 12 determina la localización óptima de las unidades educativas con oferta educativa completa que cubren el requerimiento de oferta de Bachillerato de las 23 instituciones educativas con los niveles de Educación Inicial, Básica Media y Básica Superior.

El Mapa 13 establece la localización óptima de las 7 unidades educativas con Oferta Educativa completa (que va desde Educación Inicial a Tercero de Bachillerato) que permite cubrir la demanda de Bachillerato en todas las instituciones educativas.

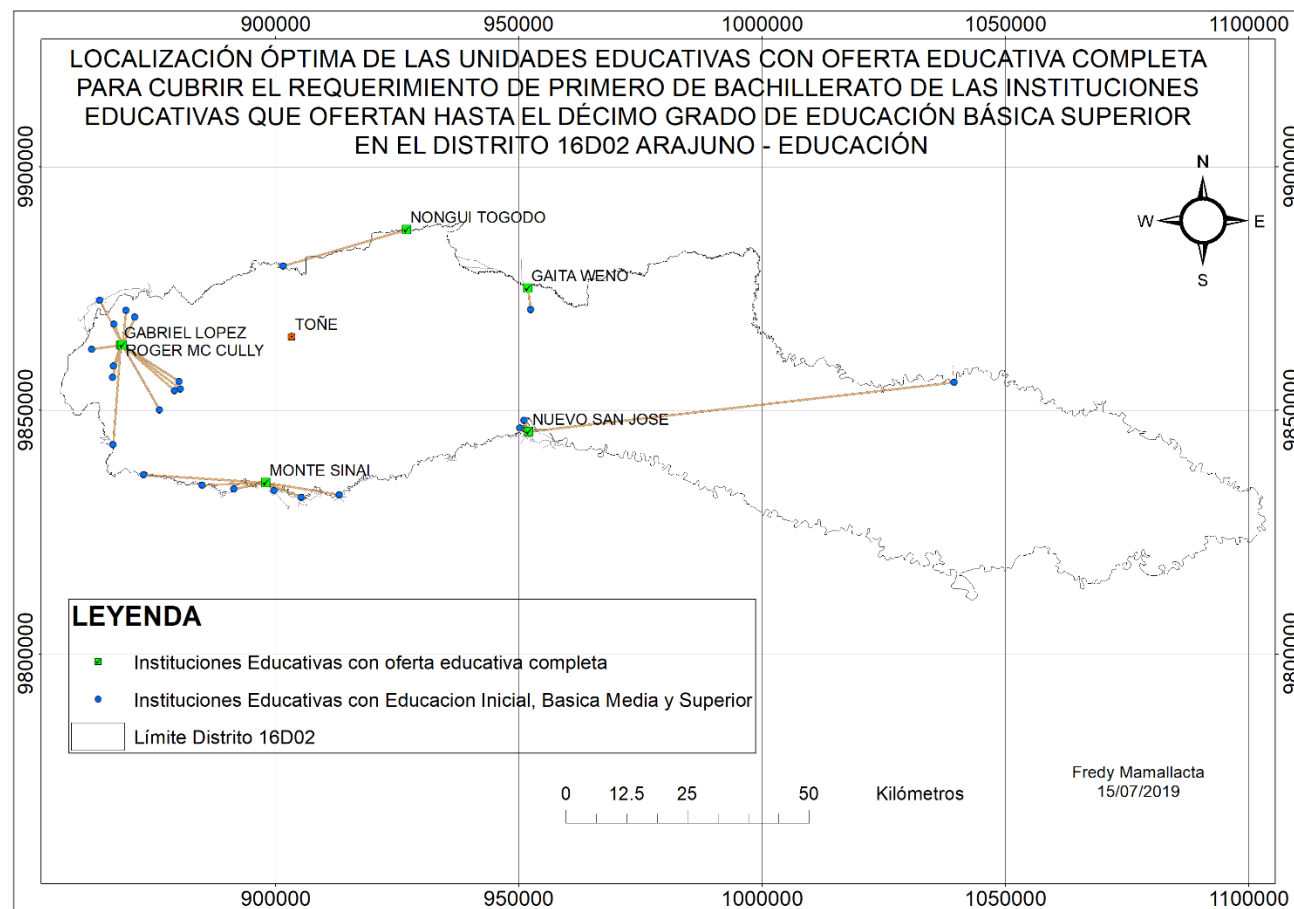
El Mapa 14 muestra la localización óptima de las unidades educativas con oferta educativa completa y las instituciones educativas que requieren la creación de primero de Bachillerato para cubrir la cobertura de demanda del Bachillerato en todos los establecimientos educativos.

En el Mapa 15 se presenta la localización óptima de las instituciones educativas con Bachillerato y los proyectados a creación del servicio educativo del primero de Bachillerato para maximizar la cobertura de la oferta educativa del Bachillerato con un tiempo máximo de recorrido de 280 minutos, desde el establecimiento educativo que tiene el Bachillerato hacia las instituciones que requieren del servicio educativo.

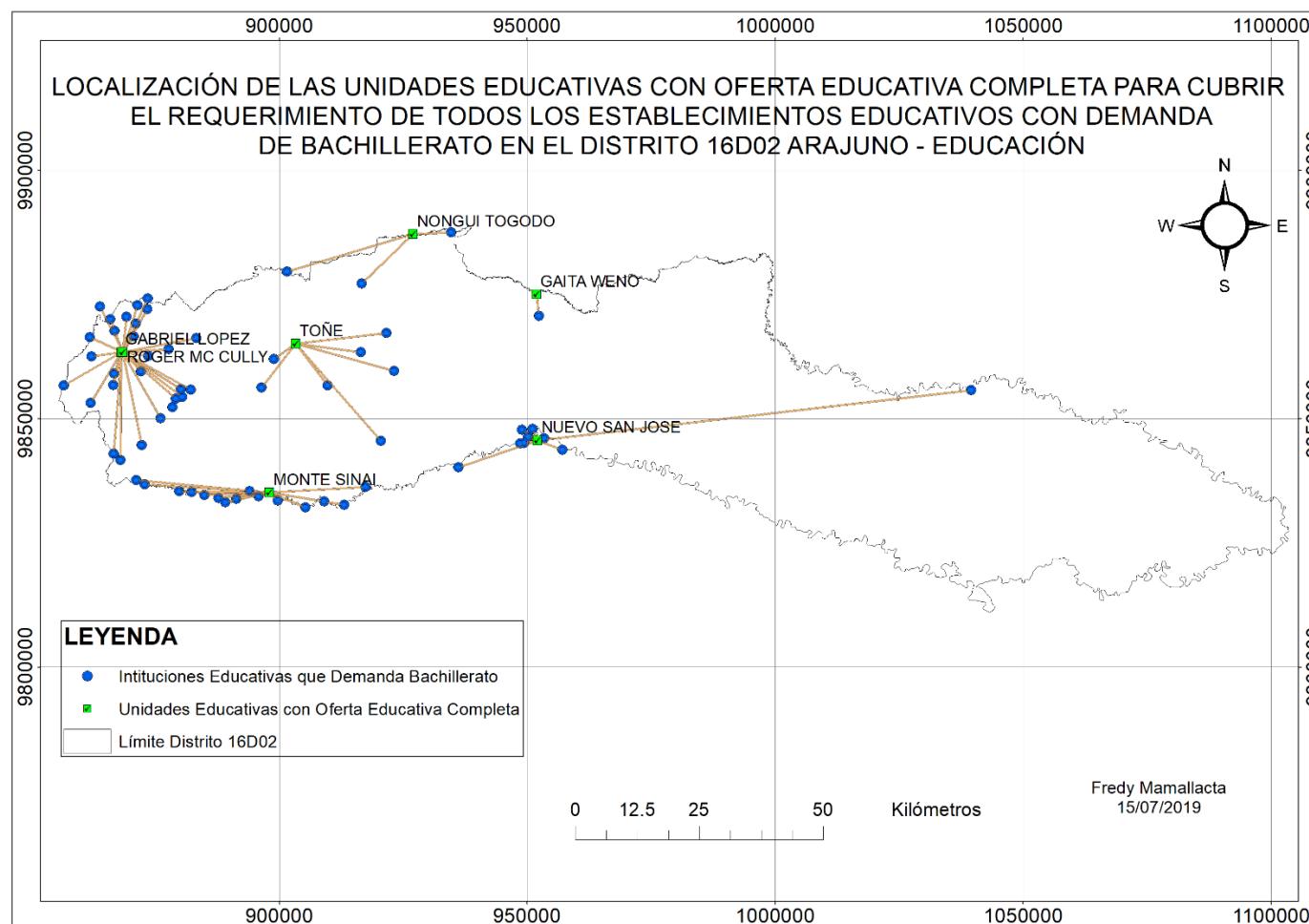
Por último, el Mapa 16 determina la localización óptima de 3 instituciones educativas de entre los 11 establecimientos con mayor número de estudiantes, como alternativa para repotenciar con infraestructura y equipamientos para maximizar la cobertura de la oferta educativa del Bachillerato.



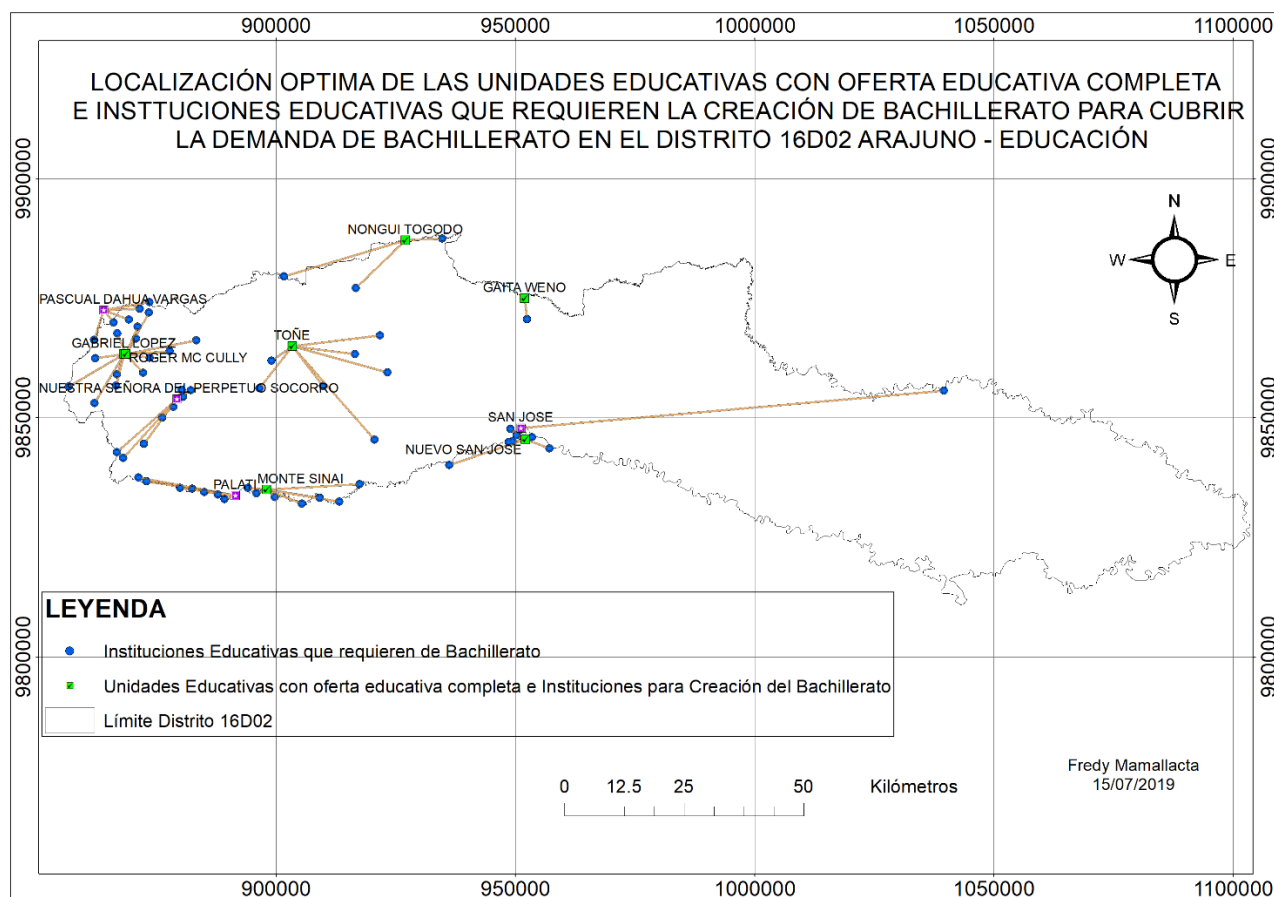
Mapa 11: Localización óptima de las instituciones educativas con oferta educativa de Educación Básica Superior que cubren la cobertura de demanda de los establecimientos de Educación Básica Media. Fuente: (AMIE, 2018-2019).



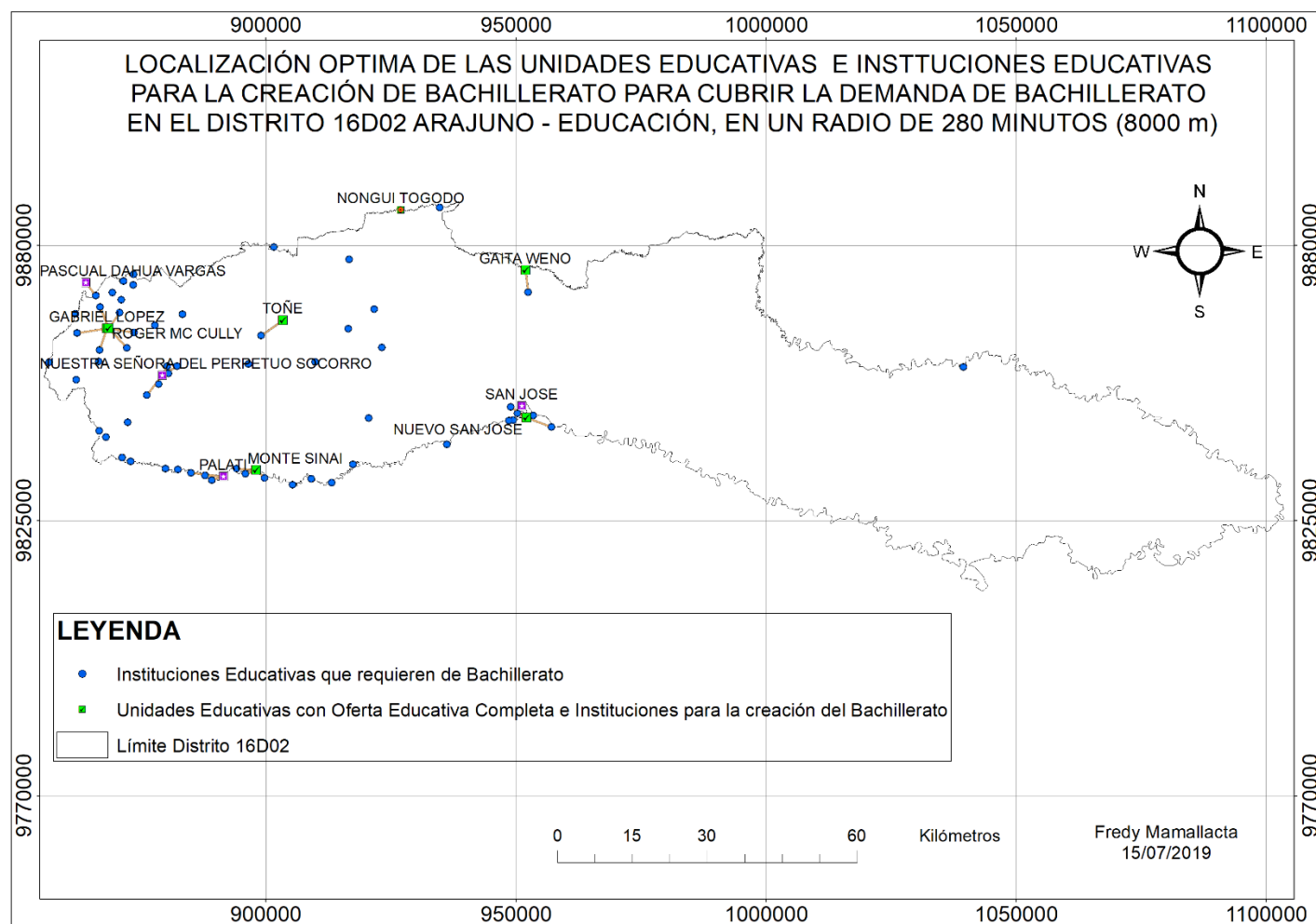
Mapa 12: Localización óptima de unidades educativas con oferta educativa completa que cubren el requerimiento de oferta de bachillerato de las instituciones educativas que ofertan hasta Educación Básica Superior. Fuente: (AMIE, 2018-2019).



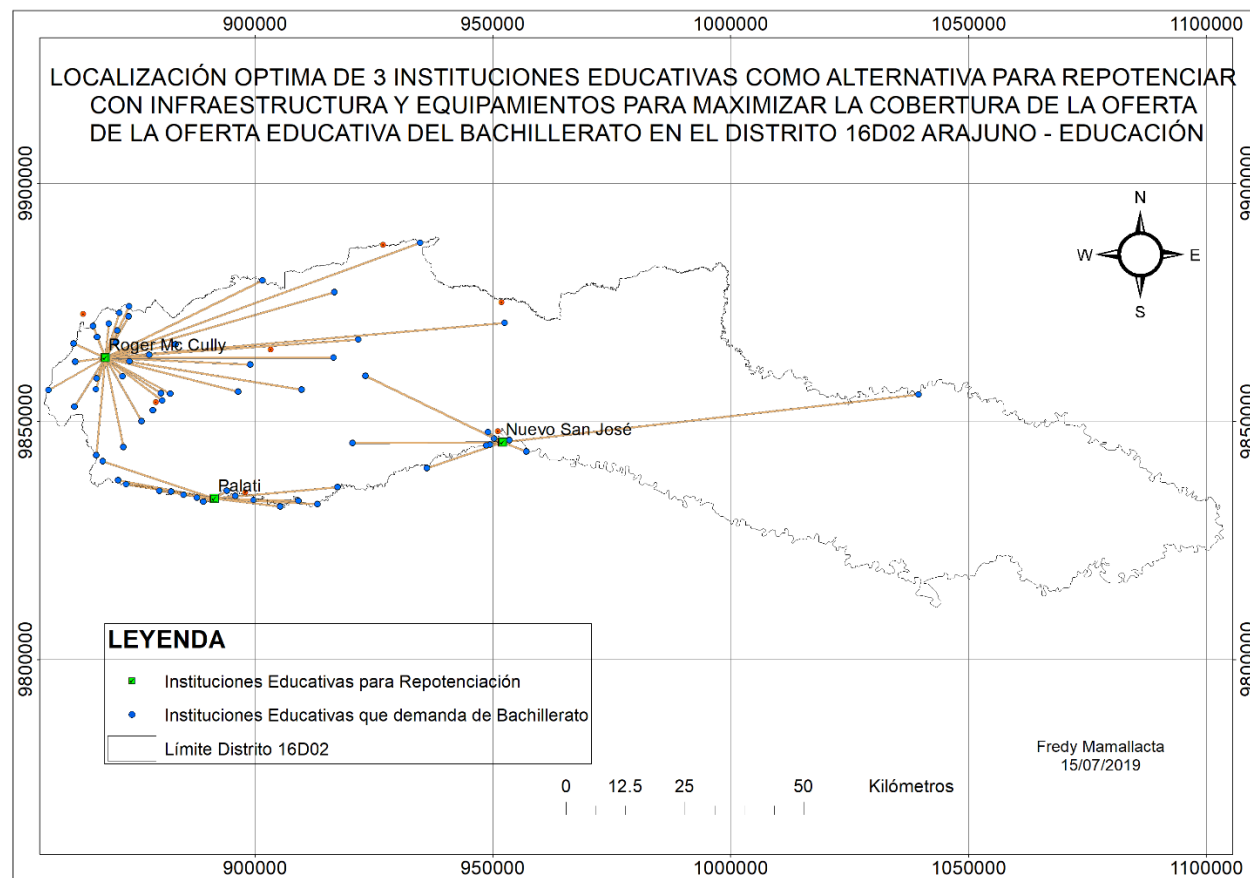
Mapa 13: Localización óptima de los establecimientos educativos con oferta educativa completa para la accesibilidad de todas las instituciones educativas demandantes. Fuente: (AMIE, 2018-2019).



Mapa 14: Localización óptima de las unidades educativas e instituciones educativas que requieren la creación del Bachillerato para cubrir la cobertura de demanda del Bachillerato en todos los establecimientos educativos. Fuente: (AMIE, 2018-2019).



Mapa 15: Localización óptima de las instituciones educativas para maximizar la cobertura de la oferta educativa del bachillerato con un tiempo máximo de recorrido de 280 minutos. Fuente: (AMIE, 2018-2019).



Mapa 16: Localización óptima de 3 instituciones educativas como alternativa para repotenciar con infraestructura y equipamientos para maximizar la cobertura de la oferta educativa del bachillerato. Fuente: (AMIE, 2018-2019).

#### 4.1.4. Análisis de la alternativa del reordenamiento de la oferta educativa

El proceso de aplicación de la EMC mediante el AHP con los criterios: Costo de transporte, costo de mantenimiento de infraestructura, inversión en infraestructura nueva y atención de la demanda educativa, y las alternativas: Encadenamiento educativo, repotenciación de los establecimientos, creación de nuevos establecimientos y fusión de establecimientos educativos permitió realizar el análisis de la alternativa para el reordenamiento de la oferta educativa. El procedimiento aplicado expone:

La metodología de la EMC, mediante el AHP, posterior a todos los procesos, permitió realizar el análisis de sensibilidad de cada criterio establecido por un parámetro de ponderación, variando los valores, que concluye a una mayor o menor importancia. El *software* Super Decisions permitió determinar cómo varía el comportamiento.

Así la Tabla 23 y la Figura 21 muestra que al cambiar los parámetros de ponderación del criterio costo de transporte de 0.000 a 0.950; el *ranking* (Primero: Repotenciación de los establecimientos educativos, segundo: Creación de nuevos establecimientos, tercero: Encadenamiento educativo y cuarto: Fusión de establecimientos) de las alternativas se mantiene.

La Tabla 24 y la Figura 22 definió el criterio costo de mantenimiento de infraestructura y estableció un *ranking* (Primero: Repotenciación de los establecimientos educativos, segundo: Creación de nuevos establecimientos, tercero: Encadenamiento educativo y cuarto: Fusión de establecimientos). Se observa que, a más de 0.800 de ponderación, el criterio varía el *ranking* inicial ubicando a la primera alternativa a la tercera ubicación.

La Tabla 25 y la Figura 23 muestra que al cambiar los parámetros de ponderación del criterio inversión en infraestructura nueva de 0.000 a 0.950, el *ranking* (Primero: Repotenciación de los establecimientos educativos, segundo: Creación de nuevos establecimientos, tercero: Encadenamiento educativo y cuarto: Fusión de establecimientos) de las alternativas ubicadas en primero y segundo se mantiene.



Por último, la Tabla 26 y la Figura 24 muestra que al cambiar los parámetros de ponderación del criterio atención de la demanda educativa de 0.000 a 0.950, el *ranking* (Primero: Repotenciación de los establecimientos educativos, segundo: Creación de nuevos establecimientos, tercero: Fusión de establecimientos y cuarto: encadenamiento educativo) de las alternativas ubicadas en primero y segundo se mantiene; solo cambian de ubicación las alternativas ubicadas en tercero y cuarto.

Análisis de sensibilidad: Costo de transporte				
Parámetro de criterios o ponderación	A1: Encadenamiento educativo	A2: Repotenciación de los establecimientos	A3: Creación de nuevos establecimientos	A4: Fusión de establecimientos
0.500	0.161	0.471	0.211	0.157
0.000	0.167	0.463	0.206	0.163
0.050	0.167	0.464	0.207	0.163
0.100	0.166	0.465	0.207	0.162
0.150	0.165	0.466	0.208	0.161
0.200	0.165	0.466	0.208	0.161
0.250	0.164	0.467	0.209	0.160
0.300	0.163	0.468	0.209	0.160
0.350	0.163	0.469	0.210	0.159
0.400	0.162	0.469	0.210	0.158
0.450	0.161	0.470	0.211	0.158
0.500	0.161	0.471	0.211	0.157
0.550	0.150	0.483	0.220	0.147
0.600	0.139	0.496	0.229	0.136
0.650	0.128	0.508	0.238	0.126
0.700	0.117	0.521	0.247	0.115
0.750	0.106	0.533	0.256	0.105
0.800	0.096	0.546	0.265	0.094
0.850	0.085	0.558	0.274	0.084
0.900	0.074	0.570	0.283	0.073
0.950	0.063	0.583	0.291	0.063

Tabla 23: Análisis de sensibilidad del criterio costo de transporte. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

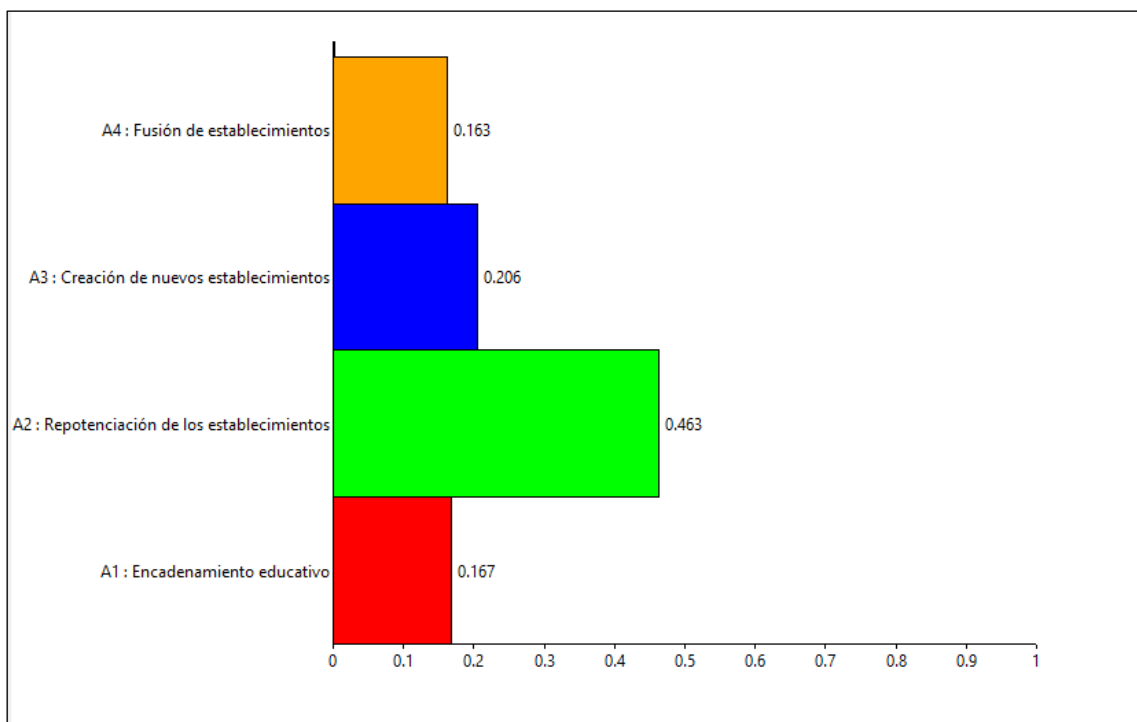


Figura 21: Análisis de sensibilidad del criterio costo de transporte. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

Análisis de sensibilidad: Costo de mantenimiento de infraestructura				
Parámetro de criterios o ponderación	A1: Encadenamiento educativo	A2: Repotenciación de los establecimientos	A3: Creación de nuevos establecimientos	A4: Fusión de establecimientos
0.500	0.161	0.471	0.211	0.157
0.000	0.077	0.588	0.272	0.062
0.050	0.086	0.576	0.266	0.072
0.100	0.094	0.564	0.260	0.081
0.150	0.102	0.553	0.254	0.091
0.200	0.111	0.541	0.248	0.100
0.250	0.119	0.529	0.242	0.110
0.300	0.127	0.518	0.236	0.119
0.350	0.136	0.506	0.230	0.129
0.400	0.144	0.494	0.224	0.138
0.450	0.152	0.483	0.217	0.148
0.500	0.161	0.471	0.211	0.157
0.550	0.182	0.441	0.196	0.182
0.600	0.204	0.410	0.180	0.206
0.650	0.225	0.380	0.164	0.231
0.700	0.247	0.350	0.148	0.255
0.750	0.268	0.320	0.132	0.279
0.800	0.290	0.290	0.117	0.304
0.850	0.311	0.259	0.101	0.328
0.900	0.333	0.229	0.085	0.353
0.950	0.355	0.199	0.069	0.377

Tabla 24: Análisis de sensibilidad del criterio costo de mantenimiento de infraestructura. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

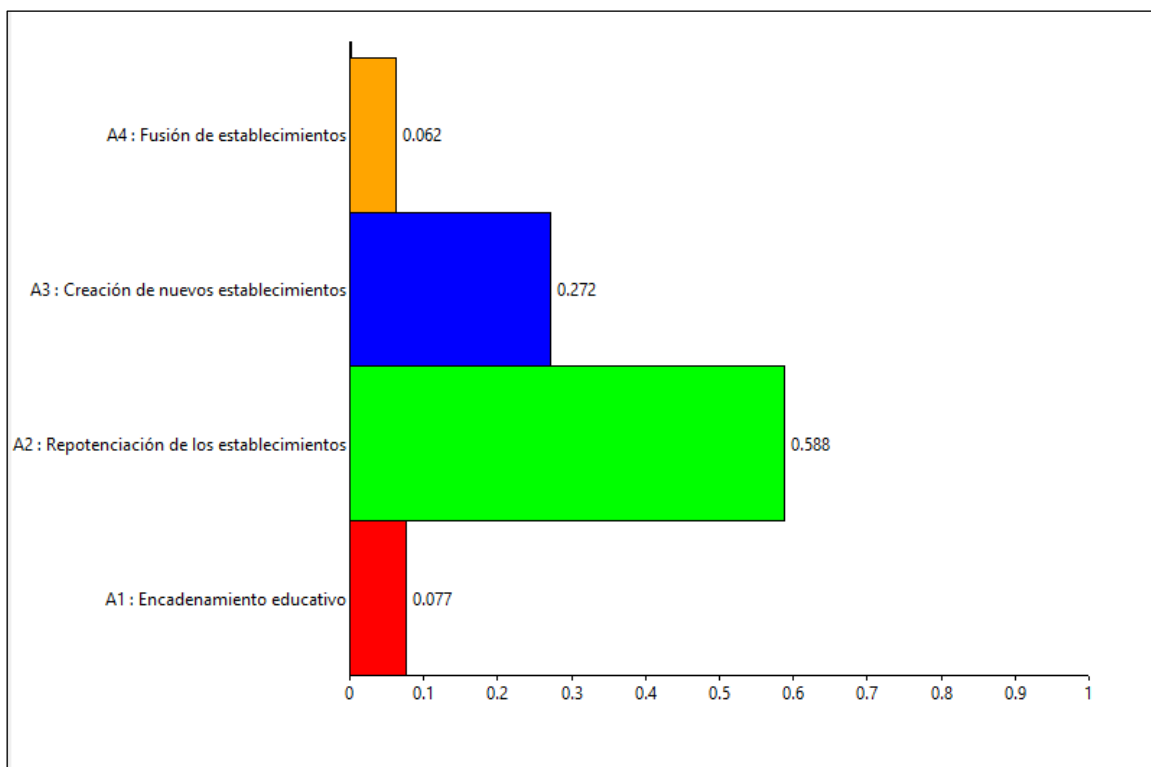


Figura 22: Análisis de sensibilidad del criterio costo de mantenimiento de infraestructura. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

Análisis de sensibilidad: Inversión en infraestructura nueva				
Parámetro de criterios o ponderación	A1: Encadenamiento educativo	A2: Repotenciación de los establecimientos	A3: Creación de nuevos establecimientos	A4: Fusión de establecimientos
0.500	0.161	0.471	0.211	0.157
0.000	0.179	0.453	0.205	0.162
0.050	0.177	0.455	0.206	0.162
0.100	0.176	0.457	0.206	0.161
0.150	0.174	0.458	0.207	0.161
0.200	0.172	0.460	0.208	0.160
0.250	0.170	0.462	0.208	0.160
0.300	0.168	0.464	0.209	0.159
0.350	0.166	0.466	0.209	0.159
0.400	0.164	0.467	0.210	0.158
0.450	0.163	0.469	0.211	0.158
0.500	0.161	0.471	0.211	0.157
0.550	0.149	0.482	0.215	0.154
0.600	0.138	0.493	0.219	0.150
0.650	0.126	0.504	0.223	0.147
0.700	0.115	0.515	0.227	0.143
0.750	0.103	0.526	0.231	0.140
0.800	0.092	0.537	0.234	0.137
0.850	0.080	0.548	0.238	0.133
0.900	0.069	0.559	0.242	0.130
0.950	0.058	0.570	0.246	0.127

Tabla 25: Análisis de sensibilidad del criterio inversión en infraestructura educativa. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

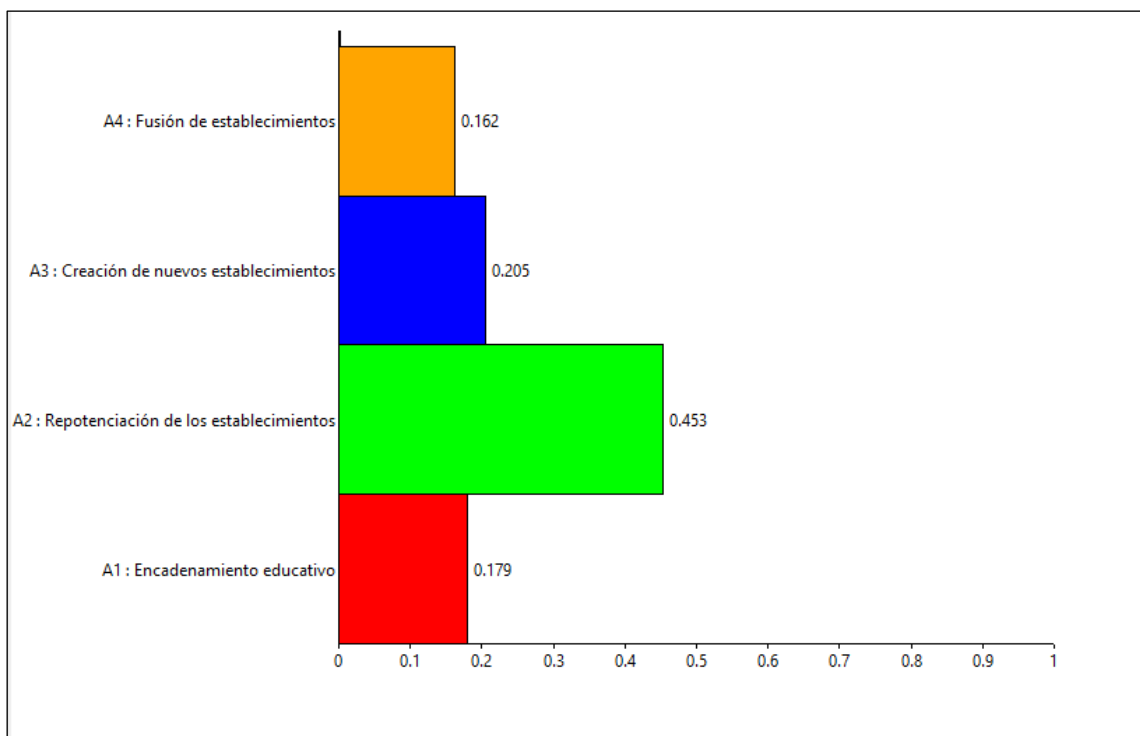


Figura 23: Análisis de sensibilidad del criterio inversión en infraestructura educativa. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

Análisis de sensibilidad: Atención de la demanda educativa				
Parámetro de criterios o ponderación	A1: Encadenamiento educativo	A2: Repotenciación de los establecimientos	A3: Creación de nuevos establecimientos	A4: Fusión de establecimientos
0.500	0.161	0.471	0.211	0.157
0.000	0.241	0.340	0.140	0.279
0.050	0.233	0.353	0.148	0.266
0.100	0.225	0.366	0.155	0.254
0.150	0.217	0.380	0.162	0.242
0.200	0.209	0.393	0.169	0.230
0.250	0.201	0.406	0.176	0.218
0.300	0.193	0.419	0.183	0.206
0.350	0.185	0.432	0.190	0.193
0.400	0.177	0.445	0.197	0.181
0.450	0.169	0.458	0.204	0.169
0.500	0.161	0.471	0.211	0.157
0.550	0.153	0.483	0.218	0.146
0.600	0.146	0.495	0.224	0.135
0.650	0.139	0.506	0.231	0.124
0.700	0.132	0.518	0.237	0.113
0.750	0.125	0.530	0.243	0.102
0.800	0.117	0.542	0.250	0.091
0.850	0.110	0.554	0.256	0.080
0.900	0.103	0.565	0.263	0.069
0.950	0.096	0.577	0.269	0.058

Tabla 26: Análisis de sensibilidad del criterio atención de la demanda educativa. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.

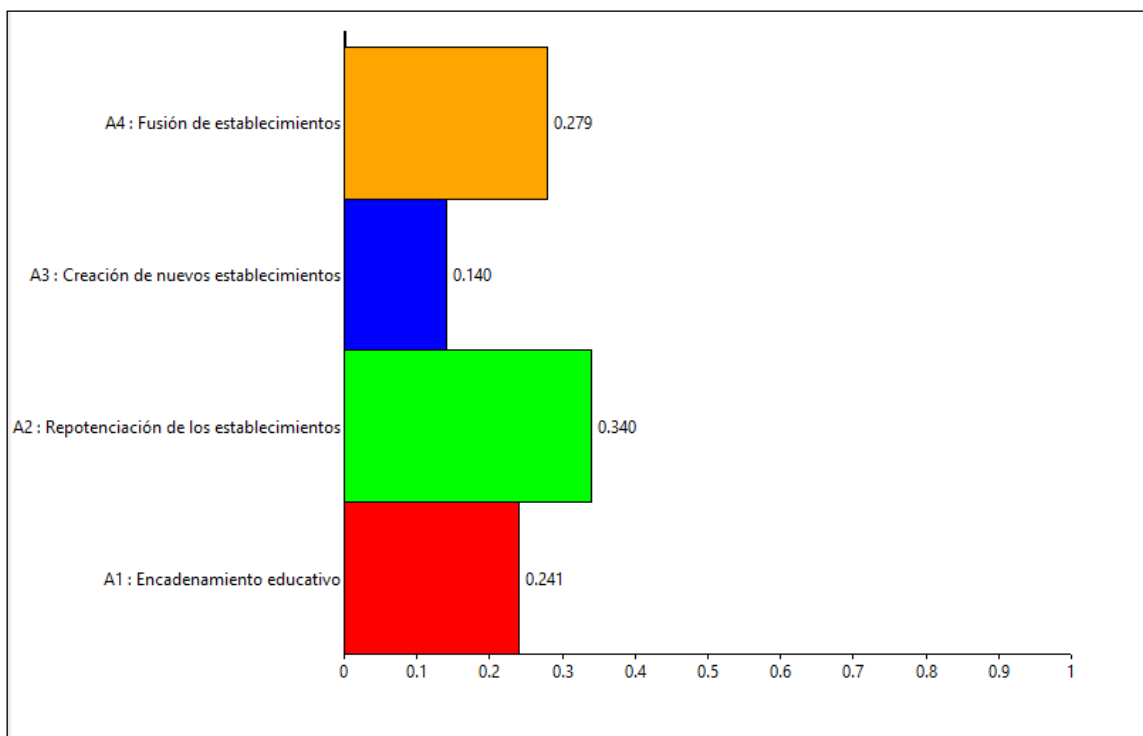


Figura 24: Análisis de sensibilidad del criterio atención de la demanda educativa. Fuente: Información validada con el aporte de los técnicos responsables de la unidad de planificación del Distrito 16D02 Arajuno - Educación.



## **4.2. Discusión de resultados**

La discusión de resultados obtenidos se realiza de acuerdo a las preguntas de investigación y en base al flujograma de trabajo. En el desarrollo del subcapítulo es realizar un análisis de los resultados obtenidos.

### **4.2.1. Análisis territorial de la oferta educativa**

Las 70 instituciones educativas se encuentran distribuidas en 8 circuitos educativos dentro de una superficie de 8,767 km<sup>2</sup> del territorio que comprende el distrito 16D02 Arajuno – Educación.

Los datos de la ubicación georreferenciada de los establecimientos educativos que fueron levantadas in situ por los técnicos de la unidad de planificación del Distrito de Educación, validada con mapas temáticos y ortofotos georreferenciados se presentan en el Mapa 4, 5 y 6 que muestra la ubicación de las instituciones educativas que ofertan los niveles educativos.

Conforme los Mapas 4, 5, 6 y la Tabla 9 se determina que el circuito educativo 16D02C02\_b tiene 11 establecimientos educativos mayormente concentrados dentro de su territorio y que ofertan los niveles de Educación Básica Media (educación desde primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto y séptimo grado). Las instituciones educativas que ofrecen servicios de Educación Inicial, Educación Básica Media y Superior (niveles desde primero de Educación Inicial hasta el décimo grado de Educación Básica Superior) tienen mayor presencia en el circuito educativo 16D02C02\_2. El distrito educativo en el sector tiene 7 planteles educativos que atienden a estudiantes desde Educación Inicial hasta el tercero de Bachillerato, y se determinó que no existe atención de la demanda del Bachillerato en tres circuitos educativos.

Los 5 circuitos educativos que cubren con todos los niveles educativos están en 16D02C01\_b, 16D02C02\_a, 16D02C02\_b, 16D02C0\_c, y 16D02C02\_d. El circuito educativo 16D02C02\_a, con superficie de 5,917.56 km<sup>2</sup> es el más grande en dimensión territorial y cuenta con 8 establecimientos educativos.

El *software* ArcGis permitió mostrar la ubicación georreferenciada de los 40 establecimientos que ofertan Educación Básica Media, 23 instituciones educativas

que ofrecen educación desde Educación Inicial hasta el décimo grado de Educación Básica Superior y a 7 Unidades Educativas con oferta educativa completa.

#### **4.2.2. Áreas de intervención del servicio educativo**

En base a la referencia de Rojas (2001), se construyó la Tabla 11 para establecer los parámetros de impedancia de las distancias estimadas para el recorrido de los estudiantes de acuerdo a su nivel educativo. En base a criterios de la accesibilidad del sector rural, se consideró la velocidad de recorrido de 1,714.29 m/h (1.71429 km/h). Con la aplicación de la función New Service Area de la herramienta Network Analyst del *software* ArcGis versión 10.5, se obtuvo los siguientes resultados:

En el Mapa 7 se tiene las 40 instituciones educativas de Educación Básica Media (con atención educativa de primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto y séptimo grado de Educación Básica), con radio de cobertura fue de 1,500 metros calculados desde la ubicación del establecimiento educativo hasta las posibles inmediaciones de las residencias de la población estudiantil.

El radio de 1,000, 1,500 y 2,000 metros de distancia conforme el nivel educativo para los establecimientos educativos que ofertan educación de primero y segundo inicial, primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto, séptimo, octavo, noveno y décimo grado de Educación Básica. Esto significa, según el Ministerio de Educación, atender a estudiantes que van desde los 3 hasta los 15 años de edad. El Mapa 8 muestra el área de servicio de la superficie que delimita la población que demanda los niveles educativos que ofrecen las 23 instituciones educativas.

En el Mapa 9 se muestra el área de intervención de los servicios educativos de los 7 establecimientos educativos que ofertan desde Educación Inicial, Básica Media, Básica Superior y Bachillerato (educación desde primero de Inicial a tercero de Bachillerato) con radios de cobertura de 1,000, 1,500, 2,000 y 2,500 metros de distancia. Existen dos unidades educativas en la cabecera cantonal que son cercanas y las 5 instituciones educativas están a más de los 10 km de distancia. Esto significa que el área de servicio de la oferta del Bachillerato no cubre a toda la superficie donde están ubicadas todas las poblaciones demandantes.

El área de intervención calculada con una impedancia de 3,000 y 8,000 metros de cobertura desde la ubicación de las 11 instituciones educativas más representativas se muestra en el Mapa 10. Es decir, un estudiante camina un tiempo estimado de 4.67 km/h hasta llegar al centro de estudios. Esto significa que los servicios educativos no cubren la demanda educativa en los circuitos educativos.

#### **4.2.3. Localización óptima de los servicios educativos**

La metodología de la localización óptima de los servicios educativos, que ofertan las instituciones educativas, es el resultado de la aplicación de la función Location – Allocation de la herramienta Network Analyst del programa de ArcGis 10.5, que permitió localizar los establecimientos educativos que cubren la demanda de las entidades más cercanas.

El análisis de la red se muestra en el Mapa 11 que determina la localización óptima entre las 23 instituciones educativas con oferta educativa de Educación Inicial, Básica Media y Básica Superior, constituyendo entidades que cubren la demanda de los 40 establecimientos de Educación Básica Media que requieren de Educación Básica Superior (octavo grado de Educación Básica Superior).

El resultado expresado en el Mapa 12 determinó la localización óptima de las 7 unidades educativas con oferta educativa completa (educación desde primero de Educación Inicial a tercero de Bachillerato) que cubren la demanda de la oferta de Bachillerato (primero de Bachillerato) de las 23 instituciones educativas de los niveles de Educación Inicial, Básica Media y Básica Superior.

La accesibilidad de cobertura de todas las instituciones educativas demandantes del primero de Bachillerato se muestra en el Mapa 13, que permitió determinar la localización óptima y asignación de las 7 unidades educativas con oferta educativa completa que cubren la demanda de primero de bachillerato.

Para cubrir la demanda de primero de Bachillerato, el Mapa 14 determinó la localización óptima de las unidades educativas con oferta educativa completa e instituciones educativas que requieren de la creación del primero de bachillerato para cubrir la demanda del Bachillerato en todos los establecimientos educativos.

Considerando las 4 instituciones educativas (San José, Nuestra Señora del Perpetuo Socorro, Pascual Dahua Vargas y Palati) como posibles entidades para la ampliación de la oferta educativa del primero de Bachillerato, el Mapa 15 muestra la localización óptima de las 11 instituciones educativas que maximiza la cobertura de la oferta educativa del Bachillerato a un tiempo máximo de recorrido de 280 minutos, desde el establecimiento educativo que tiene el Bachillerato hacia las instituciones que requieren del servicio educativo. El resultado cubre la demanda de 23 de los 59 establecimientos educativos dentro del rango especificado. Es decir, existe una demanda insatisfecha de 36 planteles educativos.

Dentro del análisis, el Mapa 16 determinó la localización óptima de 3 instituciones educativas como alternativa para repotenciar con infraestructura y equipamientos para maximizar la cobertura de la oferta educativa del Bachillerato. Este resultado es para las unidades educativas Roger Mc Cully y Nuevo San José, entidades con localización óptima determinada como alternativa para la repotenciación de infraestructura y equipamientos y, el centro educativo Palati, determinado para la ampliación de la oferta educativa del primero del Bachillerato y la respectiva repotenciación que permita maximizar la cobertura y atender la demanda de la oferta educativa de la población estudiantil.

#### **4.2.4. Selección de la alternativa del reordenamiento de la oferta educativa**

La metodología propuesta por Pacheco y Contreras (2008) para la EMC mediante el AHP, aplicando los pasos metodológicos, permitió seleccionar y priorizar los siguientes criterios para el escoger la mejor alternativa para el modelo de reordenamiento de la oferta educativa, elementos que se muestran a continuación:

Los criterios utilizados para el análisis de las alternativas del reordenamiento de la oferta educativa: Costo de transporte, costo de mantenimiento de la infraestructura, inversión en la infraestructura nueva y atención de la demanda educativa.

Las alternativas planteadas para el reordenamiento de la oferta educativa son: Encadenamiento educativo, repotenciación de establecimientos educativos, creación de nuevos establecimientos y fusión de establecimientos educativos.

El peso de la ponderación aplicados según la escala de Saaty en la relación entre criterios, determina como prioridad el criterio de la atención de la demanda educativa, es decir, obtuvo el resultado de mayor importancia y ponderación.

El proceso de EMC determinó, de acuerdo al criterio de costo de transporte, que el valor del vector propio del 0.58 (58%) corresponde a la alternativa repotenciación de los establecimientos, seguido como segunda opción la creación de nuevos establecimientos. Esto es, a mayor cercanía de atención de la demanda educativa favorece reducir el costo del transporte de los estudiantes.

El análisis del criterio del costo de mantenimiento de infraestructura muestra el vector propio mayor ponderado a la alternativa que corresponde a la fusión de establecimientos educativos, seguido por la segunda opción del encadenamiento educativo. Es decir, son alternativas que se ha venido implementando por la cartera del estado para la reducción del número de instituciones educativas, por lo que se asignaba recursos presupuestarios para mantenimiento a las prioridades antes mencionadas.

Conforme las comparaciones efectuadas al respecto del criterio de inversión en infraestructura nueva, el resultado de ponderación normalizada del 57% corresponde a la alternativa repotenciación de los establecimientos educativos, continuando con la opción de la creación de nuevos establecimientos educativos, que implica que la inversión fortalece en gran medida que el servicio educativo esté más cerca de la residencia de la población estudiantil. De igual forma, el criterio de la atención de la demanda educativa estableció determinar como alternativa mayor puntuada.

Posterior a los cálculos de ponderaciones y vectores propios de las alternativas por cada criterio, se obtuvo los resultados de la RC que se ubican entre 2% y 7%, rango permitido inferior al 10%.

En base a los valores del vector propio (Normal) y el índice Ideal, se determinó a la alternativa ubicado en el *Ranking 1*, corresponde como la primera opción viable la repotenciación de los establecimientos educativos en el proceso de reordenamiento de la oferta educativa con más del 47% de ponderación. El *ranking 2* corresponde

a la creación de nuevos establecimientos con una ponderación porcentual del 21%. Alternativas con mayor ponderación para atender la cobertura de la atención de la demanda educativa, dentro del proceso de reordenamiento de la oferta educativa.

Finalmente, el análisis de sensibilidad como el último paso de la metodología de la EMC del AHP concluye el análisis de sensibilidad de cada criterio establecido por un parámetro de ponderación, variando los valores, a una mayor o menor importancia. Para continuar con el procedimiento, se utilizó el *software* Super Decisions.

El análisis de sensibilidad implicó cambiar los parámetros de ponderación del criterio costo de transporte de 0.000 a 0.950, donde el *ranking* de las alternativas se mantiene (Primero: Repotenciación de los establecimientos educativos, segundo: Creación de nuevos establecimientos, tercero: Encadenamiento educativo y cuarto: Fusión de establecimientos). Existe una variación de la sensibilidad de las alternativas respecto al criterio costo de mantenimiento de infraestructura, estableció un *ranking* (Primero: Repotenciación de los establecimientos educativos, segundo: Creación de nuevos establecimientos, tercero: Encadenamiento educativo y cuarto: Fusión de establecimientos) siendo que, a más de 0.800 de ponderación, varía el *ranking* inicial ubicando a la primera alternativa al tercer lugar de ubicación.

Al cambiar los parámetros de ponderación del criterio inversión en infraestructura nueva de 0.000 a 0.950, el *ranking* de las alternativas ubicadas en primero y segundo se mantiene y las alternativas de ubicación de tercero y cuarto cambian de ubicación (Primero: Repotenciación de los establecimientos educativos, segundo: Creación de nuevos establecimientos, tercero: Encadenamiento educativo y cuarto: Fusión de establecimientos).

Por último, al cambiar los parámetros de ponderación del criterio atención de la demanda educativa de 0.000 a 0.950, el *ranking* de las alternativas ubicadas en primero y segundo se mantiene, es decir, cambian de ubicación las alternativas ubicadas en tercero y cuarto (Primero: Repotenciación de los establecimientos

educativos, segundo: Creación de nuevos establecimientos, tercero: Fusión de establecimientos y cuarto: Encadenamiento educativo).

El análisis de sensibilidad establece como resultado la identificación de la alternativa repotenciación de los establecimientos educativos se ubica en el primer ranking y se mantiene al variar los parámetros, a excepción con el análisis efectuado con el criterio costo de mantenimiento en infraestructura que presenta un cambio de ubicación del *ranking* cuando el parámetro de comparación supera el 0.80 (80%).

## **CAPITULO 5. CONCLUSIONES**

### **5.1. Breve resumen de los resultados**

En el tema del reordenamiento de la oferta educativa que se desarrolló a través del flujograma propuesto, la aplicación de la metodología, conjuntamente con la integración de modelos y herramientas tecnológicas del SIG, se demuestra que es apta para lograr aspectos fundamentales de ordenación de la oferta educativa en base a diagnósticos y análisis de la situación del servicio educativo en el Distrito 16D02 Arajuno – Educación. El respectivo análisis metodológico y su aplicación permiten responder a cada una de las preguntas de investigación y la hipótesis de investigación.

#### **5.1.1. Análisis de la oferta educativa**

Existe una plataforma de información de registros administrativos del Ministerio de Educación, el AMIE para el ingreso y actualización de datos por parte del Directivo o Representante de las instituciones educativas. Datos que permiten realizar los diagnósticos de los niveles de educación que ofertan, infraestructura educativa y específicamente la ubicación geográfica como punto esencial para el análisis de la cobertura del servicio educativo. Ciertamente falta la actualización de datos del sistema de red vial y la accesibilidad desde la residencia de la población estudiantil hacia el centro de estudios.

La georreferenciación de los puntos de ubicación de los establecimientos educativos constituyó una fase importante por su verificación y validación geográfica para la construcción de mapas de las instituciones educativas por niveles de la oferta educativa de acuerdo a la delimitación política administrativa normalizada por la SENPLADES.

#### **5.1.2. Áreas de intervención de los servicios educativos de las instituciones educativas**

El cálculo de las áreas de intervención de los servicios educativos por cada una de las instituciones educativas muestra una estimación de la distancia que cubre la oferta educativa dentro de los parámetros establecidos por niveles educativos. Rojas (2001) propone a 3,000 metros de distancia para el sector rural y el Ministerio de Educación para realizar el reordenamiento de la oferta educativa se enmarcó en



el déficit y superávit de cobertura de la oferta educativa sin considerar la situación geográfica y la necesidad de servicios educativos en poblaciones estudiantiles pequeñas.

Las áreas de servicio educativo dentro de cobertura de la oferta educativa calculadas mediante el SIG a radios de 1,000, 1,500, 2,000 y 2,500 conforme los niveles educativos y además determinadas a 3,000 y 8,000 metros de distancia, demuestran que existe déficit de cobertura de la oferta educativa principalmente para el primero de Bachillerato.

### **5.1.3. Localización óptima de los servicios educativos de las instituciones educativas**

La metodología aplicada mediante el SIG para la localización óptima de establecimientos que ofrecen servicios educativos a las instituciones educativas cercanas con la cobertura de la oferta educativa fue calculada sin impedancia del límite en su distancia, ya que la mayor parte de entidades se encuentran muy dispersos geográficamente. Se ha determinado proponer la creación del primero de Bachillerato en 4 instituciones educativas en puntos estratégicos que tienen más de 90 estudiantes. Estas corresponden a los planteles educativos: San José, Nuestra Señora del Perpetuo Socorro, Pascual Dahua Vargas y Palati. La localización óptima, parametrizando la impedancia, muestra un resultado de déficit de cobertura para los niveles de octavo grado de Educación Básica Superior y primero de Bachillerato.

Adicionalmente, se obtuvo la localización óptima de 3 establecimientos educativos que permitan cubrir la cobertura de la demanda del primero de Bachillerato de la población o comunidades educativas cercanas, con el fin de ampliar la oferta educativa en la institución educativa Palati y repotenciar en Palati, Roger Mc Cully y Nuevo San José.

### **5.1.4. Alternativa viable en el reordenamiento de la oferta educativa**

La metodología para la EMC mediante el AHP es una técnica poderosa que permite analizar los criterios y las alternativas propuesto para el modelo de reordenamiento de la oferta educativa, que prioriza obtener la mejor alternativa de decisión.

El proceso de EMC, mediante el AHP aplicado a través del *software* Super Decisions a los procedimientos metodológicos permitió determinar alternativa ubicado en el *Ranking* 1 que corresponde a la repotenciación de los establecimientos educativos en el proceso de reordenamiento de la oferta educativa con más del 47% de ponderación. El *ranking* 2 corresponde a la creación de nuevos establecimientos con una ponderación porcentual del 21%. Alternativas con mayor ponderación para atender la cobertura de déficit de la oferta educativa, dentro del proceso de reordenamiento de la oferta educativa.

Entonces, el análisis de sensibilidad concluye como resultado la alternativa repotenciación de los establecimientos educativos que se ubica en el primer *ranking* y se mantiene al variar los parámetros de los criterios.

#### **5.1.5. Accesibilidad al servicio educativo conforme el modelo de reordenamiento de la oferta educativa**

Finalmente, la investigación planteada del modelo de reordenamiento de la oferta educativa de las instituciones educativas desde el punto del análisis de la cobertura del área de servicio y localización óptima mediante SIG y la EMC determina la alternativa de la repotenciación de los establecimientos educativos permite la accesibilidad de la población educativa a los servicios educativos.

#### **5.2. Valoración de las aportaciones específicas logradas**

Aplicar herramientas del SIG para realizar el tratamiento de la información geográfica de las instituciones educativas aporta resultados para conocer la ubicación georreferenciada de la institución educativa, así obtener el área de intervención con servicios educativos y la localización óptima para cubrir el déficit de cobertura de la oferta educativa.

La herramienta Network Analyst desde la función New Service Area cumple un rol importante en temas de análisis de redes, su aplicación genera un aporte para visualizar el área de cobertura del servicio que ofrece el establecimiento educativo medida desde un parámetro de distancia o tiempo de recorrido. Esto genera observar la presentación geográfica en el mapa, que sectores aún no son atendidas con los servicios educativos.

El análisis de la localización óptima de las instituciones educativas que cubren la oferta educativa, la herramienta Network Analyst a través de la función New Location – Allocation permite encontrar las localizaciones eficientes como punto de conexión con los establecimientos educativos cercanos que se enlazan para cubrir un servicio educativo.

El caso del análisis de redes con las funciones de la herramienta Network Analyst cumplen con la capacidad de aportar y encontrar áreas de servicio y localizaciones óptimas entre las importantes. Esta herramienta permite obtener resultados dando respuesta a las necesidades y planteamientos del estudio.

El modelo de EMC con el AHP constituye una técnica que permite analizar los criterios y las alternativas que permite priorizar y obtener la mejor alternativa de decisión. La aplicación metodológica aporta para la obtención de la variable o alternativa que tiene una alta prioridad para la toma de decisiones.

## **CAPITULO 6. RECOMENDACIONES.**

Para realizar una investigación de reordenamiento de la oferta educativa mediante la aplicación de SIG, cuyo objeto es analizar la cobertura de servicios educativos para toda la población estudiantil asentadas o residentes en los lugares más recónditos de la tierra, ya que existe obligatoriedad de la educación hasta el Bachillerato (Constitución de la República del Ecuador, 2008, art. 28). El estado ecuatoriano debe fortalecer a las instituciones de gestión y control posean una base de datos actualizada en temas de informaciones geográficos y de sistemas de red vial en todo el territorio nacional. Información que permitirá analizar y encontrar mejores propuestas de reordenamiento de la oferta educativa.

Con el avance de la Tecnología de la Información y Comunicación, el gobierno nacional debe propiciar el uso de la herramienta SIG en todas las instituciones del estado ecuatoriano, pudiendo asignar recursos para actualizar y crear portales web de consulta de mapas temáticos y digitales.

La incorporación de plataformas de tecnología SIG por parte del Ministerio de Educación tendrá la capacidad de análisis espacial desde los diferentes espacios para dar respuesta a las necesidades reales de la población educativa.

La presencia de diferentes escenarios de las instituciones educativas grandes y pequeñas, ubicadas en áreas urbanas y rurales, zonas de difícil acceso considerando la gran dispersión de la Amazonia ecuatoriana, la cartera de estado responsable del Sistema Nacional de Educación debe priorizar las tipologías de reordenamiento de la oferta educativa en función de la necesidad y la obligatoriedad de la educación hasta el Bachillerato como un derecho del ser humano, a pesar que no tenga la cantidad o el número suficiente de la demanda estudiantil.

Se debe considerar como una alternativa de modelo de reordenamiento de la oferta educativa el análisis de la localización óptima que determina que las instituciones educativas con más de 90 estudiantes tengan la posibilidad de ampliar la cobertura de la oferta educativa del primero y consecutivamente hasta el tercero de Bachillerato, así como se complemente con la repotenciación del establecimiento educativo, como resultado de la aplicación de las herramientas SIG y la EMC.

## CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFIA

Álvarez, G. (2010). *Manual de ordenamiento territorial*. No. 4, Serie Procesos Administrativos de Catastros. Tegucigalpa - Honduras.

AMIE, Archivo Maestro de Instituciones Educativa. (2018-2019). Censo Nacional de Instituciones Educativas. Accedido el 10 de enero del 2019 en: <http://web.educacion.gob.ec/CNIE/index.php#>

Amores, S., Avilés, X., Cabrera, M., Cañete, M., Duran, L., Gálvez, P., Lima, M., López, S., Logroño, J., Peñaherrera, S., Rodas, P., y Silva, E. (2005). *Identidad y ciudadanía de las mujeres: La experiencia de cinco proyectos auspiciados por el fondo para la igualdad de género-Ecuador*. Accedido el 15 de febrero del 2019 en: [https://digitalrepository.unm.edu/abya\\_yala/382/](https://digitalrepository.unm.edu/abya_yala/382/)

Apezteguia, A. (2014). *Aplicación del SIG para la Geomarketing. Caso de estudio: Almacén de Vinos en la ciudad de Comodoro Rivadavia, Argentina*. Colegio de Posgrados. Universidad San Francisco de Quito. Accedido el 27 de junio del 2019 en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3280>

Arce, R.M., y Loro, M. (2013). *Introducción al Network Analyst en ArcGIS 10. Ejercicios de análisis de redes*. Accedido el 23 de febrero del 2019 en: [http://oa.upm.es/21156/1/Ejercicio\\_de\\_An%C3%A1lisis\\_de\\_Redres\\_con\\_Network\\_Analysis\\_de\\_ArcGIS\\_10.pdf](http://oa.upm.es/21156/1/Ejercicio_de_An%C3%A1lisis_de_Redres_con_Network_Analysis_de_ArcGIS_10.pdf)

Arciniegas, S. (2014). Modelo de accesibilidad basado en herramientas de Sistemas de Información Geográfica como apoyo al Ordenamiento Territorial. *Pyroclastic Flow, Journal of Geology*. ISSN° 0719-0565. Vol. 4. Núm. 1. Facultad de Geología, Minas, Petróleo y Ambiental, Universidad Central del Ecuador, Quito -Ecuador. Accedido el 26 de junio del 2019 en: <http://www.pyflow.net/Todos%20los%20art%C3%ADculos/MS032014.pdf>

Arcos, C., y Espinosa, B. (2008). *Desafíos de la Educación en el Ecuador; Calidad y Equidad*. FLACSO sede - Ecuador. Quito – Ecuador. Primera Edición. Accedido el 17 de noviembre del 2019 en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=40762>

- Asociación de Geógrafos Españoles. (2002). *Actas del XI coloquio de geografía rural. Los espacios rurales entre el hoy y el mañana*. Servicios de Edición Universidad de Cantabria. Santander - España.
- Avendaño, N. R. (2012). La equidad espacial en la distribución del servicio educativo (1999-2009). Tesis previa la obtención de Magister en Urbanismo. Facultad de Artes. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia. Accedido el 26 de junio del 2019 en: <http://bdigital.unal.edu.co/9934/1/393239.2012.pdf>
- Baeriswyl, F. (2001). *Introducción al ordenamiento territorial rural en Chile*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. Santiago - Chile
- Bailón, B. (2014-2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Gobierno Descentralizado de Jaramijó*. IZAMACONSUL. Jaramijó – Ecuador. Accedido el 10 de junio del 2019 en: <https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2019/04/PDOT-PARROQUIA-JARAMIJO-2014-2019.pdf>
- Barredo, J.I. (1996). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio, en la ordenación del territorio*. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). RA-MA Editorial, España, julio, 1996, 250 pp. ISBN 84-7897-230-7. Accedido el 10 de enero del 2019 en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n37/n37a11.pdf>
- Barrientos, M.A., (2007). *Network Analyst: El análisis de Redes desde ArcGIS 9.2*. Accedido el 18 de diciembre del 2018 en: <https://es.scribd.com/document/7358364/Network-Analyst-El-Analisis-de-Redes-Desde-ArcGIS-9>
- Bosque Sendra, J., y García, R. (2000). *El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial*. Anales de Geografía de la Universidad Complutense. ISSN: 0211-9803. P. 49-67.
- Buzai, G., y Baxendale, C. (2008). *Modelos de localización – asignación aplicados a servicios públicos urbanos: Análisis espacial de escuelas EGB en la ciudad de Luján*. Revista universitaria de geografía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. Accedido el 10 de diciembre del 2018 en: [https://www.researchgate.net/publication/295076173\\_Modelos\\_de\\_localizacion-](https://www.researchgate.net/publication/295076173_Modelos_de_localizacion-)

asignacion\_aplicados\_a\_servicios\_publicos\_urbanos\_Analisis\_espacial\_de\_escuelas\_EGB\_en\_la\_ciudad\_de\_Lujan

Buzai, G., y Baxendale, C. (2013). *Aportes del análisis geográfico con sistemas de información geográfica como herramienta teórica, metodológica y tecnológica para la práctica del ordenamiento territorial*. Persona y sociedad. Universidad Alberto Hurtado. Vol. XXVII / No 2 / mayo-agosto 2013 / 113-141. Publicado en septiembre del 2013. Accedido el 12 de noviembre del 2018 en: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/3836/CONICET\\_Digital\\_Nro.5009\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/3836/CONICET_Digital_Nro.5009_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Caicedo, A., García, G., y Méndez, R.M. (2010). *Introducción a la teoría de los grafos*. Primera Edición. Ediciones Elizcom. ISBN: 978 – 958 – 99325 -7-5. Accedido el 23 de enero del 2019 en: <https://es.scribd.com/document/376406167/Caicedo-Introduccion-a-La-Teoria-de-Grafos-pdf>

Calleja, L., Mantecón, V., Portilla, L., y Saíenz, A. (2014). *Cálculo de las mejores rutas de evacuación en una zona rural*. Premios del departamento de matemáticas de la Universidad Autónoma de Madrid para estudiantes de secundaria. Octava Edición.

Camelo, A., Solarte, L., y López, O. (2014). *Evaluación y seguimiento de planes de ordenamiento territorial en los municipios de Colombia*. Universidad el Valle, Cali-Colombia. Sociedad y Economía. [online]. 2015, n.28, pp.163-180. ISSN 1657-6357. Accedido el 11 de enero del 2019 en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-63572015000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-63572015000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Campos, J., y Garrocho, C. (2006). *Un indicador de accesibilidad a unidades de servicios claves para ciudades mexicanas: fundamentos, diseño y aplicación*. Universidad Autónoma del Estado de México. Economía sociedad y territorio, vol. VI, núm. 22, p. 1-60. Toluca – México. Accedido el 7 de febrero del 2019 en: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/38482>

Castellanos, D.F. (2010). *Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en el ordenamiento territorial*. Centro de investigaciones y desarrollo. Facultad de ingeniería. Universidad de Manizales. Manizales – Colombia. p. 39-53.

Castellanos, L.M., y López, M. A. (2015). Estimación de rutas y tiempos de respuesta de los organismos de socorro en la ciudad de Manizales, apoyado en la herramienta SIG. Programa de especialización en Sistemas de Información Geográfica. Facultad de Ciencias e ingeniería, Universidad de Manizales. Colombia, Accedido el 27 de junio del 2019 en: [http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2495/Castellanos\\_Laura\\_2015.pdf?sequence=2](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2495/Castellanos_Laura_2015.pdf?sequence=2)

Castro, L. (2014). Hacia un sistema de movilidad urbana integral y sustentable en la zona metropolitana del valle de México. Tesis de Maestro en proyectos de desarrollo urbano. Universidad Iberoamericano ciudad de México. Accedido el 25 de febrero del 2019 en: <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/015845/015845.pdf>

Cervantes, R., Araujo, M.D., Salazar, P., Zambrano, S., Barreno, G., y Zúñiga, M. (2012). *Reordenamiento de la oferta educativa*. Ministerio de Educación - MinEduc. Primera Edición. Quito – Ecuador.

COOTAD, *Código Orgánico Territorial Autonomía y Descentralización*. (2010). Registro Oficial Nº 303. República del Ecuador, Asamblea Nacional. Accedido el 22 de enero del 2019 en: <https://amevirtual.gob.ec/wp-content/uploads/2017/04/08-CODIGO-ORGANICO-DE-ORGANIZACION-TERRITORIAL-COOTAD.pdf>

Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas. (2010). República del Ecuador. Asamblea Nacional. Accedido el 20 de abril del 2019 en: [https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/CODIGO\\_PLANIFICACION\\_FINAZAS.pdf](https://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/CODIGO_PLANIFICACION_FINAZAS.pdf)

Constantinidis, B. (2017). Geomarketing para gestionar la oferta de escuelas privadas a nivel de educación inicial en la ciudad de Buenos Aires. Tesis de maestría en Sistemas de Información Geográfica del programa de UNIGIS América Latina. Accedido el 24 de enero del 2019 en: [https://issuu.com/unigis\\_latina/docs/merged\\_\\_5\\_\\_7055764360541d](https://issuu.com/unigis_latina/docs/merged__5__7055764360541d)

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008.



- Dávila, F., y Camacho, E. (2012). *Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de Archivos y Cartotecas. "Propuesta Metodológica"*. Instituto Geográfico Nacional. Universidad de Cantabria. Revista catalana de geografía, IV época, vol. XVII, n°46, oct.2012 V Ibercarto, Santander, oct. 2012. Accedido el 20 de enero del 2019 en: <http://www.rcg.cat/articles.php?id=252>
- De La Fuente, H.E., Rojas, C., y Salado, M.J. (2013). *Distribución de los equipamientos educativos. Evidencias de inequidad espacial en la educación del área metropolitana de Concepción*. GeoFocus (Artículos). N.º 13-2. p. 231-257 ISSN: 1578-5157. Accedido el 10 de marzo del 2019 en: <http://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/296>
- Delgado, M. G., y Cano, J. I. B. (2006). *Sistema de Información Geográfica Y Evaluación Multicriterio: En la Ordenación Del Territorio*. Alfaomega Grupo Editor.
- Escobal, J., Ponce, C., Damonte G., y Glave M. (2012). *Recursos Naturales y desarrollo rural. Grupo de Análisis para el Desarrollo*. GRADE. Lima - Perú. Impresiones y ediciones Arteta E.I.R.L. 166 p. Accedido el 14 de febrero del 2019 en: [repositorio.grade.org.pe/bitstream/handle/GRADE/49/AI6.pdf?sequence=1](http://repositorio.grade.org.pe/bitstream/handle/GRADE/49/AI6.pdf?sequence=1)
- Escobar, D. A., Holguín, J.M., y Kaffure, C. (2016). *Análisis de la ubicación geoespacial de las instituciones educativas del Departamento de Caldas (Colombia) y su relación con las características operativas de la red vial*. Revista Espacios. Vol. 37 (Nº 22). Accedido el 26 de junio del 2019 en: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n22/16372208.html>
- ESRI. (2014). *ArcGIS Resources. Ayuda de ArcGIS (10.2, 10.2.1, 10.2.2)*. Accedido el 27 de agosto del 2019 en: <http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.2/index.html#//004700000053000000>
- FAO. (1997). *Boletín de suelos de la FAO 73. Zonificación Agro-ecológico. Guía General*. Servicios de Recursos, Manejo y Conservación de suelos. Dirección de Fomento de tierras y Aguas. Roma – Italia. Accedido el 24 de enero del 2019 en: <https://www.mpl.ird.fr/crea/taller-colombia/FAO/AGLL/pdfdocs/aezs.pdf>

Fernández, A., y Muguruza, C. (2015). *Ordenación del territorio: análisis y diagnóstico*. Editorial UNED.

Fernández, A., Pardo, C., Martín, E., y Cocero, D. (2011). *Ordenación del territorio y medio ambiente*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid - España.

Franco, S., y Cadena, C. (2004). *Análisis de la distribución del servicio de educación primaria en el valle de Toluca, México*. Economía, Sociedad y Territorio. Vol. IV. Núm. 16. P. 671-695. El colegio Mexiquense, A.C. Toluca – México. Accedido el 10 de noviembre del 2019 en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11101605>

Fuenzalida, M., Buzai, G. D., Moreno Jiménez, A., y García de León, A. (2015). *Geografía, geotecnología y análisis espacial: tendencias, métodos y aplicaciones*. Primera Edición. ISBN: 978-956-9539-01-5., Santiago de Chile: Editorial Triángulo.

García, C. C., Rogel, Y. Á., y Pérez, M. C. G. (2004). *El empleo de los SIG y la teledetección en planificación territorial*. EDITUM.

Gil, P., Pomares, J., y Candelas, F. (2010). *Redes y transmisión de datos*. Publicaciones Universidad de Alicante. ISBN: 978-84-9717-125-0

Godoy, D.A., y Gómez, D. E. (2010). *Construcción de Sistema de Información Geográfica con herramientas software libre en ámbito del mapa educativo provincial de Misiones y gobierno electrónico*. Ministerio de Cultura y Educación de la provincia de Misiones. Argentina. Accedido el 30 de mayo del 2019 en: [https://www.researchgate.net/publication/264195297\\_Construccion\\_de\\_Sistemas\\_de\\_Informacion\\_Geografica\\_con\\_Herramientas\\_Software\\_Libre\\_en\\_ambito\\_del\\_Mapa\\_Educativo\\_Provincial\\_de\\_Misiones\\_y\\_el\\_Gobierno\\_Electronico](https://www.researchgate.net/publication/264195297_Construccion_de_Sistemas_de_Informacion_Geografica_con_Herramientas_Software_Libre_en_ambito_del_Mapa_Educativo_Provincial_de_Misiones_y_el_Gobierno_Electronico)

Gómez, D. (1994). *Ordenación del Territorio: Una aproximación del medio físico*. Instituto Tecnológico Minero de España. Editorial Agrícola Española, S. A. Madrid, España.

Gómez, D. (2008). *Ordenación territorial*. Mundi-Prensa Libros. ISBN: 84-85441-62-1 (Ed. Agrícola Española). Madrid, España.

Gómez, D. (2014) *Marco conceptual para la ordenación territorial y reflexiones sobre el proceso ecuatoriano en la materia*. Cuenca, Ecuador. Accedido el 12 de febrero del 2019 en: [http://www.sndu.org/ponencias/panel1/D\\_Gomez\\_Orea.pdf](http://www.sndu.org/ponencias/panel1/D_Gomez_Orea.pdf)

González, M., y Chuquiguanga, M. (2018). *Los planes de desarrollo y ordenamiento territorial en Ecuador a nivel cantonal. Estudio del caso de la zona 6 de planificación*. Universidad de Cuenca. Cuenca – Ecuador. Accedido el 15 de febrero del 2019 en: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/1903/1393>.

Gutiérrez, J., y Urrego, G. (2011). *Los sistemas de información geográfica y los planes de ordenamiento territorial en Colombia*. Perspectiva Geográfica. ISSN: 0123-3769. Vol.16. pp. 247-266. Accedido el 16 de febrero del 2019 en: <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/perspectiva/article/view/1758/1753>

Gutiérrez, J.A. y Gutiérrez, A. L. (2010). *Sistema de Información Geográfica para el ordenamiento y planeación territorial en Colombia*. Revista CIES - escolme. Vol. 1. Número 01. Accedido el 5 de enero del 2019 en: [www.escolme.edu.co/revista/index.php/prueba/article/download/16/15](http://www.escolme.edu.co/revista/index.php/prueba/article/download/16/15)

Huerta, L. L. (1999). *Los sistemas de información geográfica en los riesgos naturales y en el medio ambiente*. IGME.

IGM, Instituto Geográfico Militar. (2017). *Capas de información geográfica básica del IGM de libre acceso*. Accedido el 12 de marzo del 2019 en: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/registro/>

INEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). *Base de Datos-Censo de Población y Vivienda 2010*. Accedido el 30 de enero del 2019 en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-de-poblacion-y-vivienda-2010/>

INEC, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2012). *División Político Administrativa del Ecuador*. Accedido el 15 de marzo del 2019 en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/division-politico-administrativa/>

Joo, J., y Alvarado, V. (2013). *Evaluación multicriterio/multiobjetivo aplicada a datos sobre educación: una primera aproximación*. Revista de Educación y Tecnología Nr. 3. Págs. 112-123.

Joseph, A.E., y Phillips, D. (1984): *Accessibility & Utilization. Geographical Perspectives on Health Care Delivery*, Nueva York, Harper & Row.

Latorre, M., Gutiérrez, J., y García, J.C. (2012). Distribución espacial de estaciones de bicicletas públicas mediante modelos de localización óptima. Departamento de Geografía Humana. Universidad Complutense de Madrid. Accedido el 20 de marzo del 2019 en: [http://www.age-geografia.es/tig/2012\\_Madrid/ponencia2/Latorre%20\\_final\\_imp.pdf](http://www.age-geografia.es/tig/2012_Madrid/ponencia2/Latorre%20_final_imp.pdf)

LOEI, Ley Orgánica de Educación Intercultural. (2011). Registro Oficial 417 de 31 de marzo de 2011.

Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, uso y gestión del suelo. (2016). Registro Oficial N° 790 de 5 de julio de 2016. República del Ecuador. Asamblea Nacional.

Llopis, J. P. (2010). *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio. Entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales. Teoría general y práctica para ESRI ArcGis 9*. Departamento de Ecología. Universidad de Alicante. Editorial Club Universitario. Cuarta Edición.

Love, R., y Morris, J. (1972). *Modelling inter-city Road Distances by Mathematical Functions*. Operational Research Quarterly. Birmingham: The Operational Research Society.

Mancebo, S., Ortega, E., Valentín, A. C., Martín, B., y Martín, L. (2008) *LibroSIG: aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental*. Primera edición. ISBN: 978-84-691-7370-1. Madrid, España. Accedido el 14 de mayo del

2019 en:  
[https://www.researchgate.net/publication/27623382\\_LibroSIG\\_aprendiendo\\_a\\_manejar\\_los\\_SIG\\_en\\_la\\_gestion\\_ambiental](https://www.researchgate.net/publication/27623382_LibroSIG_aprendiendo_a_manejar_los_SIG_en_la_gestion_ambiental)

Márquez, J. (2013): *Localización óptima de los puntos de mayor visibilidad combinada*. GeoFocus (Artículos), nº 13-1, p. 195-219. ISSN: 1578-5157. Sevilla-España. Accedido el 28 de junio del 2019 en:  
[https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/49323/localizaci%c3%b3n\\_optima\\_de\\_los\\_puntos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/49323/localizaci%c3%b3n_optima_de_los_puntos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Martín, P. (2015). Caminos Pareto-eficientes en redes: aplicaciones. Departamento de estadística e investigación, Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla, accedido el 26 de junio del 2019 en:  
<https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/40806/Mart%C3%ADn%20G%C3%B3mez%20Paloma%20TFG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martínez, E. (2007). *Aplicación del proceso jerárquico de análisis en la selección de la localización de una PYME*. Anuario jurídico y económico escurialense. ISSN: 1133 – 3677. N.º 40. p. 523-542. Accedido el 20 de febrero del 2019 en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2267954>

Massiris, A. (2004). *Ordenamiento territorial: Experiencias Internacionales y desarrollo conceptuales y legales realizados en Colombia*. Revista perspectiva geográfica.

Méndez, H., y Pascale, C. (Coordinación técnica). (2014). *Ordenamiento Territorial en el Municipio: una guía metodológica*. FAO. Santiago, Chile. 72 pp. Accedido el 12 de febrero del 2019 en <http://www.fao.org/3/a-i3755s.pdf>

MINEDUC. (s.f.). Nuevo Modelo de Gestión. Accedido el 20 de abril del 2019 en:  
<https://educacion.gob.ec/nuevo-modelo-de-gestion/>

Navarro, A. P. (2011). *Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática*. Editorial UOC.

Noguera, J. Pitarch, M., y Esparcia, J. (2009). *Gestión y promoción del desarrollo local*. Universidad de Valencia. Valencia – España.

Ortega, I.P. (2013). *Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica Web con Open Gis para administrar los centros de educación en Ecuador. Tesis magister en sistemas de Información Geográfica*. Colegio de posgrados. Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. Accedido el 10 de marzo del 2019 en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2541>

Ortegón, E., Pacheco, J.F., y Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Naciones Unidas. CEPAL. Publicaciones Naciones Unidas. ISBN: 92-1-322719-1. Accedido el 10 de diciembre del 2018 en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf)

Ortegón, E., Pacheco, J.F., y Roura, H. (2005). *Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – ILPES. CEPAL. Área de proyectos y programación de inversiones. Publicación de las Naciones Unidas. Santiago de Chile. Accedido el 12 de febrero del 2019 en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5608/1/S056394\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5608/1/S056394_es.pdf)

Palacio, J.L., Sánchez, M.T., Casado, J.M., Propin, E., Delgado, J., Velázquez, A., Chias, L., Ortiz, M.I., González, J., Negrete, G., Gabriel, J., Márquez, R., Niedo, T., Jiménez, R., Muñoz, E., Ocaña, D., Juárez, E., Anzaldo, C., Hernández, J.C., Valderrama, K., Rodríguez, J., Campos, J.M., Vera, H., y Camacho, C.G. (2004). *Indicadores para la Caracterización y Ordenamiento del Territorio*. Primera edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Accedido el 16 de diciembre del 2018 en: [https://www.researchgate.net/publication/288840782\\_Indicadores\\_para\\_la\\_Caracterizacion\\_y\\_Ordenamiento\\_del\\_Territorio](https://www.researchgate.net/publication/288840782_Indicadores_para_la_Caracterizacion_y_Ordenamiento_del_Territorio)

Pacheco, J. F., y Contreras, E. (2008). *Manual metodológico de Evaluación Multicriterio para programas y proyectos*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Santiago de Chile. Accedido el 29 de junio del 2019 en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35914/1/manual58\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35914/1/manual58_es.pdf)

Pérez, J., y Romero, A. (2014). *Aplicación de técnicas gráficas al estudio y evolución de incendios forestales*. (Tesis doctoral en el programa de doctorado Tecnología de invernaderos, Ingeniería Industrial y Ambiental). Departamento de Ingeniería. Universidad de Almería.

- PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Dirección General de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. (2016). *Guía Metodológica para la formulación del plan municipal de Ordenamiento Territorial*. República Dominicana. Accedido el 10 de marzo del 2019 en: <http://economia.gob.do/mepyd/wp-content/uploads/archivos/libros/guia-pmot.pdf>
- Pucha, F., Fries, A., Cánovas, F., Oñate, F., González, V., y Pucha D. (2017). *Fundamentos del SIG: Aplicaciones con ArcGis*. UNIGIS América Latina. ISBN Digital: 978-9942-28-901-8.
- Raz, L., y Vélez, D. (2010). *Sistematización y visualización de la base de datos sobre criptógamas depositadas en el Herbario Nacional Colombiano de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá*. Donaciones para la Digitalización de Datos Red Temática de Especímenes. Red Iberoamericano de Información sobre Biodiversidad – iabin.
- Rodríguez, F. (2007). *Manual para la zonificación Ecológica y Económica a nivel macro y meso*. Versión en revisión. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana –IIAP. BIODAMAZ. Perú –Finlandia. Accedido el 5 de junio del 2019 en: [http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/295/1/Rodriguez\\_documento\\_tecnico\\_2007.pdf](http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/295/1/Rodriguez_documento_tecnico_2007.pdf)
- Rodríguez, V. (2014). *Accesibilidad geográfica de la población a la red de hospitales públicos de Andalucía. Aportes desde el análisis de redes*. Tesis del Programa de doctorado “Estrategias de planificación de territorio”. Universidad Pablo Olavide. Sevilla. Sevilla – España. Accedido el 10 de diciembre del 2018 en: <https://rio.upo.es/xmlui/handle/10433/1534>
- Rojas, C.L. (2001). *Administración de recursos físicos en educación. Módulo 3 instrumentos de trabajo*. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. Accedido el 4 de julio del 2019 en: [https://books.google.com.ec/books?id=dffTLa0crpcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=dffTLa0crpcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Romero, J., Vera, F., Olcina, J., Obiol, E., Sorribor, J., y Sánchez, J. (2008). *Diagnóstico técnico sobre funciones urbanas y desarrollo territorial en Dénia. Aplicación de un sistema de indicadores*. Universidad de Valencia 2008.

Accedido el 20 de mayo del 2019 en:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=675592>

Rubiño, S., Carvajal, F., y Aguera, F. (2012). *Caracterización histórica de la evolución de la desembocadura del río Guadalfeo en la costa tropical (Granada)*. Editorial Universidad de Almería. Madrid – España.

Saaty, T.L., (1977). *A scaling method for priorities in hierarchical structures*. Journal of Mathematical Psychology.

Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, Mc Graw-Hill, New York.

Saaty, T.L., (1997). *Toma de decisiones para líderes*. Universidad Santiago de Chile.

Saaty, T.L., Rogers, P., y Pell, R. (1988). *Portfolio selection through hierarchies*. Journal of portfolio Management.

Salamea, I. (2014). *Análisis espacial para la localización óptima de servicios educativos públicos en circuitos administrativos de planificación*. Tesis de maestría en Geomática con mención en ordenamiento territorial. Departamento de postgrados. Universidad del Azuay. Cuenca. Ecuador. Accedido el 20 de febrero del 2019 en:  
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3454>

Sánchez, R. (2009). *Ordenamiento Territorial*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. Agencia de Cooperación en Chile.

Segado, F., García, A., y Rosique, M. (1996). *Ordenación de Territorio*. Universidad de Murcia. España. Accedido el 25 de marzo del 2019 en:  
[https://books.google.com.ec/books?id=2gx6A-IQbH0C&pg=PP7&lpg=PP7&dq=Ordenaci%C3%B3n+del+territorio.+Universidad+de+Murcia.1996.&source=bl&ots=ipYTaVT6V2&sig=ACfU3U3QFmLg\\_giHPhNgGhyx3WPetdZDCw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiMkYCw0ajkAhWIsIkKHQgmDfEQ6AEwA3oECAgQAQ#v=onepage&q=Ordenaci%C3%B3n%20del%20territorio.%20Universidad%20de%20Murcia.1996.&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=2gx6A-IQbH0C&pg=PP7&lpg=PP7&dq=Ordenaci%C3%B3n+del+territorio.+Universidad+de+Murcia.1996.&source=bl&ots=ipYTaVT6V2&sig=ACfU3U3QFmLg_giHPhNgGhyx3WPetdZDCw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiMkYCw0ajkAhWIsIkKHQgmDfEQ6AEwA3oECAgQAQ#v=onepage&q=Ordenaci%C3%B3n%20del%20territorio.%20Universidad%20de%20Murcia.1996.&f=false)



- Sonaglio, K.E., y Silva, L. (2009). *Zonificación, ocupación y uso del suelo por medio del Sig. Estudios y perspectivas del turismo*. Universidad Federal de Rio Grande del Norte – Brasil. Volumen 18. pp. 381 – 399. Accedido el 10 de junio del 2019 en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-17322009000400002](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17322009000400002)
- Taboada, J., y Cotos, J. M. (2005). *Sistemas de información medioambiental*. Netbiblo. Primera Edición. Editorial Gesbiblio, S.L.
- Vargas de Avella, M. (2003). *Materiales educativos. Procesos y resultados*. Equipo técnico internacional PME. Publicaciones convenio Andrés Bello GTZ. ISBN: 958-698-118-5.
- Vega Mora, L., (2001). *Gestión ambiental sistémica: Un nuevo enfoque funcional y organizacional para el fortalecimiento de la gestión ambiental pública, empresarial y ciudadana en el ámbito estatal*. Coordinación técnica, editorial y comercial: SIGMA Ltda. Ingeniería y Gestión Ambiental. Primera Edición. ISBN: 958-33-2744-1. Bogotá – Colombia.
- Vega Mora, L., (2002). *Hacia un diagnóstico territorial bajo enfoque sistémico*. vol.12, n.20, pp.45-54. ISSN 0121-5051. Accedido el 15 de mayo del 2019 en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v12n20/v12n20a04.pdf>
- Vidal, G. (2012). Estatuto Orgánico de Gestión Organización por Procesos del Ministerio de Educación. Acuerdo Ministerial 020-12.
- Willems, P., y Díaz, G. (s. f). Herramientas dl SIG como soporte a la planificación territorial dentro del estudio de ordenamiento territorial de las laderas Sur-Orientales del volcán Pichincha en Quito, Ecuador. Accedido el 25 de junio del 2019 en: [http://www.age-geografia.es/tig/docs/doc2\\_29.pdf](http://www.age-geografia.es/tig/docs/doc2_29.pdf)
- Zúñiga, M., y Salazar, U. (2012). Propuesta metodológica para la implementación de infraestructura educativa en base a análisis geográfico e índices de población escolar caso de estudio: Distrito Ximena 1, Sur de Guayaquil – Ecuador. Accedido el 26 de junio del 2019 en: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal16/Nuevatecnologias/Sig/14.pdf>

## CAPÍTULO 8: ANEXO

Instituciones educativas según su oferta educativa:

Nº	INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE EDUCACIÓN BÁSICA MEDIA	TOTAL, ESTUDIANTES	TOTAL, DOCENTES
1	REINO DE QUITO	5	1
2	20 DE OCTUBRE DE VILLANO	13	1
3	AKARO	11	1
4	ATAHUALPA	30	2
5	CAMILO VARGAS	9	1
6	CAROLINA URKU	24	2
7	CHUVA KACHI	13	1
8	CIUDAD DE AMBATO	32	2
9	COANGOS	11	1
10	DAIPADE	13	1
11	DAYUMA	12	1
12	PEGONCA	5	1
13	DOMINGO CHIMBO	10	1
14	ELENA DE VILLANO	16	1
15	GEOVANNY CALLES LASCANO	8	1
16	JERUSALEN	31	2
17	JOSE LEONARDO ILIANES VARGAS	11	1
18	KALLANA YAKU	22	1
19	KAREWA	8	1
20	KUCHAKINKU	26	2
21	LAGUNA VERDE	9	1
22	LIGIA AMADA CHICA AYORA	10	1
23	NAMPAKENTO	17	1
24	NANKA	12	1
25	ÑAME	9	1
26	PADRE CESAR RICCI	12	1
27	PEDRO VICENTE MALDONADO	9	1
28	PIWIRI	15	1
29	RIO AGUARICO	25	2
30	RIO ARAJUNO	10	1
31	SAN CARLOS	17	1
32	SAN VICENTE FERRER	26	2
33	SANTA CATALINA NUSHINO	11	1
34	SELVA LIBRE DE CONTAMINACION	23	1
35	SILVERIO ANDY CERDA	10	1
36	TAISHA CURARAY	20	1
37	VICENTE ANDI	8	1
38	WAKAMAYA	10	1
39	WAREKA	6	1
40	YANA RUMI	15	1
TOTAL		584	47

Tabla 27: Instituciones educativas de Educación Básica Media. Fuente: (AMIE, 2018-2019).

Nº	DE EDUCACIÓN INICIAL, BÁSICA MEDIA Y BÁSICA SUPERIOR	TOTAL, ESTUDIANTES	TOTAL, DOCENTES
1	PAMBAYAKU	21	2
2	20 DE MARZO	73	7
3	CACIQUE JUMANDY	79	4
4	CELSO GUERRA	22	2
5	CHILLI URKU	49	4
6	DAIME	22	2
7	DE EDUCACION BASICA PALATI	121	11
8	GUSTAVO CORNEJO	42	4
9	ILUPI	64	4
10	JOSE ANTONIO PAUCHI	41	1
11	KAMUNKUI	14	1
12	LIPUNO	30	2
13	NUESTRA SEÑORA DEL PERPETUO SOCORRO	99	7
14	NUEVO ROCAFUERTE	58	4
15	PASCUAL DAHUA VARGAS	120	9
16	RIO VILLANO	30	2
17	SAN JOSE	154	9
18	SAN MARIANO WAPUNO	51	3
19	TAREMO	45	3
20	WANE	37	4
21	YACHANA WASI	64	4
22	YAVISUNO ALTO	27	2
23	TARAPOTO	31	2
TOTAL		1294	93

Tabla 28: Instituciones educativas de Educación Inicial, Básica Media y Básica Superior. Fuente: (AMIE, 2018-2019).

Nº	UNIDADES EDUCATIVAS CON OFERTA EDUCATIVA COMPLETA	TOTAL, ESTUDIANTES	TOTAL, DOCENTES
1	ROGER-MC CULLY	519	19
2	NUEVO SAN JOSE	108	13
3	GABRIEL LOPEZ	611	43
4	GAITA WENO	176	12
5	MONTE SINAI	175	15
6	NONGUI TOGODO	91	4
7	TOÑE	152	12
TOTAL		1832	118

Tabla 29: Instituciones educativas con oferta educativa completa. Fuente: (AMIE, 2018-2019).