



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS

MAESTRÍA EN GEOMÁTICA CON MENCIÓN EN ORDENAMIENTO  
TERRITORIAL

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INDUSTRIALES EN EL CANTÓN  
CUENCA MEDIANTE EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Por:

Magali del Rosario Hurtado García

Director:

Ing. Sebastián Rodrigo Izquierdo Abad

Tesis de Posgrado de Magister  
Geomática con Mención en Ordenamiento Territorial

Cuenca, Ecuador 2015



## **DEDICATORIA**

A mi hijo Nicolás por haber estado conmigo desde casi el inicio de la maestría, a mi esposo Juan Carlos por su apoyo y comprensión en todo este tiempo.



## **AGRADECIMIENTO**

A mi director de tesis Ing. Sebastián Izquierdo Abad por su ayuda, guía y dirección.

Al director del posgrado Ing. Omar Delgado por sus valiosos conocimientos y apoyo.

A mis padres y hermanos por estar apoyando siempre para la culminación de esta meta.

A la Ing. Lisseth Cure por su amistad y colaboración, en toda la etapa de la maestría y en el desarrollo de la tesis.



## **RESUMEN**

La expansión de la ciudad y las diferentes actividades productivas ha ocasionado molestias a la población que en algunos casos han generado conflictos debido a la contaminación generada por las industrias, es por ese motivo que esta investigación establece una metodología para identificar la zona más adecuada para el asentamiento de la infraestructura industrial en el Cantón Cuenca, utilizando un análisis de modelamiento con el método de Evaluación Multicriterio, para ello se determinarán criterios tanto en el aspecto ambiental, como en el económico y social. Además se realizará un Análisis de Sensibilidad, el cual comprobará la robustez y la estabilidad del modelo, examinando la variación que se produce en los resultados cuando se realizan variaciones sistemáticas en un rango de interés sobre uno o varios parámetros de entrada.

## **PALABRAS CLAVE**

Evaluación Multicriterio, zonas industriales, criterios, factores, limitantes, Saaty, pesos.



## ABSTRACT

### IDENTIFICATION OF INDUSTRIAL ZONES IN THE CANTON OF CUENCA BY MEANS OF MULTI- CRITERIA EVALUATION

#### ABSTRACT

The expansion of the city and the different productive activities has caused inconvenience to the people, which in some cases has arisen conflicts due to the pollution generated by the industries. Consequently, this research provides a methodology for identifying the most suitable area for the establishment of industrial infrastructure in the Canton of Cuenca, using a modeling analysis by means of a multi-criteria evaluation method. For this purpose, we will determine the criteria for both, the environmental and the economic and social aspects. In addition, we will conduct a Sensitivity Analysis, which will verify the soundness and stability of the model, examining the variation that occurs in the results when systematic variations are performed in a range of interest on one or more input parameters.

**KEYWORDS:** Multi-Criteria Evaluation, Industrial Areas, Criteria, Factors, Constrains, Saaty, Weights.



  
Translated by,

Lic. Lourdes Crespo



## CONTENIDO

1	INTRODUCCION.....	1
2	PROBLEMÁTICA .....	2
3	OBJETIVO GENERAL.....	3
3.1	Objetivos específicos.....	3
4	METODOLOGÍA.....	3
4.1	Marco Legal.....	5
4.2	Área de Estudio .....	6
4.3	Datos .....	7
4.4	Criterios para la Evaluación Multicriterio.....	8
4.5	Normalización .....	9
4.6	Descripción de Factores.....	9
4.6.1	<i>Infraestructura Vial 2014, Gobierno Provincial del Azuay</i> .....	9
4.6.2	<i>Red de Agua Potable 2014, Etapa EP</i> .....	11
4.6.3	<i>Red de Alcantarillado 2014, Etapa EP</i> .....	13
4.6.4	<i>Energía Eléctrica 2014, Empresa Eléctrica Centro Sur,</i> .....	15
4.7	Descripción de los Limitantes.....	17
4.7.1	<i>Pendientes 2014, GAD Municipal del cantón Cuenca</i> .....	17
4.7.2	<i>Áreas Protegidas, Áreas de Bosques y Vegetación Protectora 2014, MAE.</i> 20	
4.7.3	<i>Zonas de Riesgo 1994, 2013 GAD Municipal del Cantón Cuenca</i> .....	23
4.7.4	<i>Hidrografía 2014, Etapa EP</i> .....	25
4.7.5	<i>Asentamientos Humanos</i> .....	27
4.7.6	<i>Inventario Hídrico 2014, Senagua</i> .....	29
4.8	Análisis SAATY .....	31
4.8.1	<i>Radio de Consistencia</i> .....	34
5	EVALUACIÓN MULTICRITERIO.....	35
5.1.1	<i>Definición de Factores para Modelos</i> .....	36
6	RESULTADOS.....	37
6.1.1	<i>Modelo 1</i> .....	38
6.1.2	<i>Modelo 2</i> .....	41
6.1.3	<i>Modelo 3</i> .....	46
6.1.4	<i>Modelo 4</i> .....	51



7	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	59
8	CONCLUSIONES.....	63
9	RECOMENDACIONES.....	64
10	BIBLIOGRAFÍA.....	65
11	ANEXOS.....	i
11.1	Anexo1.....	i
11.2	Anexo 2.....	xi



## Índice de Figuras

Figura 1. Fases de un proceso de EMC en un entorno SIG .....	4
Figura 2. Área de Estudio .....	7
Figura 3. Vías en el área de área estudio .....	10
Figura 4. Distancia a Vías .....	11
Figura 5. Red de Agua Potable .....	12
Figura 6. Distancia Red de Agua Potable en el área de estudio .....	13
Figura 7. Red de Alcantarillado .....	14
Figura 8. Red de Agua Potable área estudio.....	15
Figura 9. Red de Media Tensión.....	16
Figura 11. Clasificación de Pendientes.....	19
Figura 12. Clasificación de Pendientes hasta el 30% .....	20
Figura 13. Áreas Protegidas y áreas de Bosque y Vegetación Protectora .....	21
Figura 14. Distancia Áreas Protegidas y áreas de Bosque y Vegetación Protectora.....	22
Figura 15. Riesgos .....	24
Figura 16. Distancia zonas de Riesgos .....	25
Figura 17. Red Hidrográfica.....	26
Figura 19. Asentamientos Humanos .....	28
Figura 21. Inventario Hídrico .....	30
Figura 22. Distancia inventario Hídrico .....	31
Figura 23. Escala de Saaty.....	32
Figura 24. Matriz de Comparación .....	35
Figura 25. Evaluación Multicriterio.....	36
Figura 26. Resultado Modelo 1 - Idrisi .....	38
Figura 27. Resultado Modelo 1 -ARCGIS .....	39
Figura 28. Resultado Modelo 1 – Imagen Satelital .....	40
Figura 29. Ríos Principales.....	41
Figura 30. Distancia Ríos Principales .....	42
Figura 31. Resultado Modelo 2 - Idrisi .....	43
Figura 32. Resultado Modelo 2 - Arcgis.....	44
Figura 33. Resultado Modelo 2 – Imagen Satelital .....	45
Figura 34. Subsistema Patrimonio de áreas naturales del estado (PANE) .....	46
Figura 35. Distancia Subsistema Patrimonio de áreas naturales del estado (PANE) .....	47
Figura 36. Resultado Modelo 3 - Idrisi .....	48
Figura 37. Resultado Modelo 3 - Arcgis.....	49
Figura 38. Resultado Modelo 3 – Imagen Satelital .....	50
Figura 39. Pendientes hasta el 50%.....	51
Figura 40. Resultado Modelo 4 - Idrisi .....	52
Figura 41. Resultado Modelo 4 - Arcgis.....	53
Figura 42. Resultado Modelo 4 – Imagen Satelital .....	54
Figura 43. Lotes con áreas mayores a 3ha por parroquia .....	55
Figura 44. Áreas de lotes unificados por parroquia .....	56
Figura 45. Unificación de Lotes.....	57
Figura 46. Unificación de Lotes - Imagen Satelital.....	58



Figura 47. Ponderación de factores .....	59
Figura 48. Evaluación Multicriterio.....	60
Figura 49. Resultado Modelo 1 – Idrisi – Análisis de Sensibilidad .....	61
Figura 50. Resultado Modelo 1 – Arcgis – Análisis de Sensibilidad .....	61
Figura 51. Resultado Modelo 1 – Imagen Satelital – Análisis de Sensibilidad.....	62
Figura 52. Resultado de zonas parroquia Baños .....	i
Figura 53. Resultado de zonas parroquia Cumbe .....	i
Figura 54. Resultado de zonas parroquia Checa .....	ii
Figura 55. Resultado de zonas parroquia Chiquintad .....	ii
Figura 56. Resultado de zonas parroquia El Valle.....	iii
Figura 57. Resultado de zonas parroquia Llaoca.....	iii
Figura 58. Resultado de zonas parroquia Nulti .....	iv
Figura 59. Resultado de zonas parroquia Octavio Cordero .....	iv
Figura 60. Resultado de zonas parroquia Paccha .....	v
Figura 61. Resultado de zonas parroquia Quingeo .....	v
Figura 62. Resultado de zonas parroquia Ricaurte.....	vi
Figura 63. Resultado de zonas parroquia San Joaquín .....	vi
Figura 64. Resultado de zonas parroquia Santa Ana.....	vii
Figura 65. Resultado de zonas parroquia Sayausi .....	vii
Figura 66. Resultado de zonas parroquia Sidcay .....	viii
Figura 67. Resultado de zonas parroquia Sinincay .....	viii
Figura 68. Resultado de zonas parroquia Tarqui .....	ix
Figura 69. Resultado de zonas parroquia Turi .....	ix
Figura 70. Resultado de zonas parroquia Victoria del Portete.....	x



## Índice de Tablas

Tabla 1. Incremento de Industrias .....	2
Tabla 2. Determinación de Factores y Limitantes .....	8
Tabla 3. Normalización de factores .....	9
Tabla 4. Rangos de Pendientes - MAGAP .....	18
Tabla 5. Rangos de Pendientes - Caso de Estudio .....	18
Tabla 6. Áreas Protegidas mediante Acuerdo Ministerial .....	23
Tabla 7. Escala de valores Saaty .....	33
Tabla 8. Escala de valores recíprocos de Saaty .....	33
Tabla 9. Valores de Radio de Consistencia para matrices de diferentes órdenes (Saaty, 1980) .....	34
Tabla 10. Pesos de los factores .....	35
Tabla 11. Criterios Modelo 1 .....	36
Tabla 12. Criterios Modelo 2 .....	36
Tabla 13. Criterios Modelo 3 .....	37
Tabla 14. Criterios Modelo 4 .....	37
Tabla 15. Rangos para clasificación de ráster .....	37
Tabla 16. Cálculo de Áreas Modelo 1 .....	40
Tabla 17. Cálculo de Áreas Modelo 2 .....	45
Tabla 18. Cálculo de Áreas Modelo 3 .....	50
Tabla 19. Cálculo de Áreas Modelo 4 .....	54
Tabla 20. Cálculo de Pesos – Análisis de Sensibilidad .....	59
Tabla 21. Cálculo de Áreas Modelo 1- Análisis de Sensibilidad .....	62
Tabla 22. Diferencias de Áreas .....	63



## 1 INTRODUCCION

*“Los sistemas de información geográfica se han convertido en un herramienta para el análisis geográfico de gran difusión. La causa principal de esto reside en la multitud de actividades en las que pueden ser útiles, las podríamos clasificar en dos grandes grupos:*

- *Gestión y descripción del territorio: Es decir se trata de contestar a preguntas del tipo: ¿DÓNDE ESTÁN LAS "COSAS"? Como por ejemplo: control de grandes infraestructuras como pueden ser redes de abastecimiento eléctrico, agua y telefonía, entre otros, el control y gestión de datos catastrales, la gestión urbana y municipal.*
- *Ordenación y planificación del territorio: En este caso se hace referencia a preguntas como: ¿DÓNDE DEBEN ESTAR LAS "COSAS"? Se puede responder a través de la planificación urbana y ambiental, la ordenación del territorio, análisis y preparación de políticas sobre el transporte: flujo de tráfico, delimitación de áreas de influencia y cálculo de rutas óptimas”. (Joaquín BOSQUE SENDRA y Rosa C. GARCÍA, 2000)*

*“La intervención antrópica de un territorio cualquiera, si no es realizada en forma ordenada puede ocasionar efectos que desencadenan desequilibrios del ámbito natural y, por consecuencia, del paisaje. Estos efectos son generalmente provocados por la aparición y el crecimiento de ámbitos artificiales, como los promovidos por los procesos de urbanización, desarrollo de explotaciones forestales, mineras, turísticas, agrícolas y otros que modifican el orden del medio natural; vale decir, construcción de viviendas, vialidad, infraestructuras industriales y procesos de exploración, explotación, excavación, talas forestales, despejes del terreno para propósitos agrícolas, forestales y otros, que progresivamente van alterando y modificando el suelo y el paisaje natural”. (Ramón A. Pérez R.)*

Se denomina Polígono Industrial al espacio funcional especializado de un territorio, en donde se concentran un determinado número de empresas industriales. Esta concentración de empresas industriales permite, entre otras actividades, compartir recursos y servicios, evitar inconvenientes e incompatibilidades derivados de las localizaciones urbanas habituales, componer espacios versátiles y autónomos que se adapten con facilidad a los cambios económicos o productivos.

El Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca, al analizar la situación que enfrentan actualmente las pequeñas y medianas actividades productivas, identifica como problemática la falta de suelo industrial con servicios de infraestructura adecuados, que les permita organizarse y emplazarse en un lugar que les de las garantías necesarias para un buen funcionamiento.



Además, la expansión de la ciudad y de las diferentes actividades productivas han creado conflictos y molestias a la población debido a la generación de impactos a elementos como el aire, paisaje, suelo y agua.

Por lo tanto con este incremento de las actividades productivas dentro del cantón Cuenca, y la falta de zonas adecuadas se ve la necesidad de localizar espacios geográficos adecuados para el emplazamiento de las actividades productivas mediante un Análisis Espacial con Evaluación Multicriterio, lo cual se puede realizar desde el punto de vista de la geografía cuantitativa.

Con la aplicación de esta metodología, se podrá analizar de forma equilibrada la zona más adecuada en el cantón Cuenca, para el emplazamiento de actividades productivas de mediano impacto, para lo cual se establecerán requisitos mínimos tanto en el aspecto de infraestructura, servicios básicos, ambientales, sociales y geográficos, que se encuentran establecidos en Acuerdos y Ordenanzas, teniendo en cuenta que éstos incidirán en la determinación de la mejor ubicación.

## 2 PROBLEMÁTICA

En la actualidad el Parque Industrial de Cuenca con un área de 75 ha es ocupado por un total de 125 actividades productivas, según datos obtenidos de la Asociación de Empresas del Parque Industrial de Cuenca (AEPIC, 2014).

De la información obtenida de la Comisión de Gestión Ambiental, ha existido una tendencia de crecimiento del sector industrial, según los Estudios de Impacto Ambiental, los cuales son realizados cuando una actividad productiva está por implantarse. (Comisión de Gestión Ambiental, 2014)

INCREMENTO DE INDUSTRIAS	
Año	Estudios de Impacto Ambiental
2010	20
2011	29
2012	7
2013	33

Tabla 1. Incremento de Industrias



Realizando una proyección para el año 2020, habría un incremento aproximado de 47 actividades productivas<sup>1</sup>.

Con estos antecedentes, el crecimiento del sector industrial en la ciudad de Cuenca ha llevado a que disminuya el espacio para nuevas actividades productivas y esto conlleva a que existan molestias para la población, ya que crea conflictos en el ámbito territorial, ambiental y social. Por lo tanto se ve la necesidad de definir nuevas zonas industriales en el territorio del cantón Cuenca, con la finalidad de preservar el derecho de los habitantes a mantener las mejores condiciones de vida, y de cumplir con las condiciones de zonificación, uso del suelo y reducción del impacto ambiental sujetándose a las determinaciones de leyes, en concordancia con las Ordenanzas que sancionen el Plan de Ordenamiento Territorial vigente, planes parciales, planes especiales y demás legislación vinculada, al ordenamiento urbano, rural y ambiental del cantón. A través de un Análisis Espacial basado en la Evaluación Multicriterio donde se tomará en cuenta los criterios más importantes para obtener una buena alternativa como son infraestructura, ambientales y equipamientos.

### **3 OBJETIVO GENERAL**

Identificar zonas para el emplazamiento de actividades productivas de mediano impacto utilizando un Análisis Espacial Multicriterio, así al contar con un territorio ordenando se mejora la calidad de la vida de la población.

#### **3.1 Objetivos específicos**

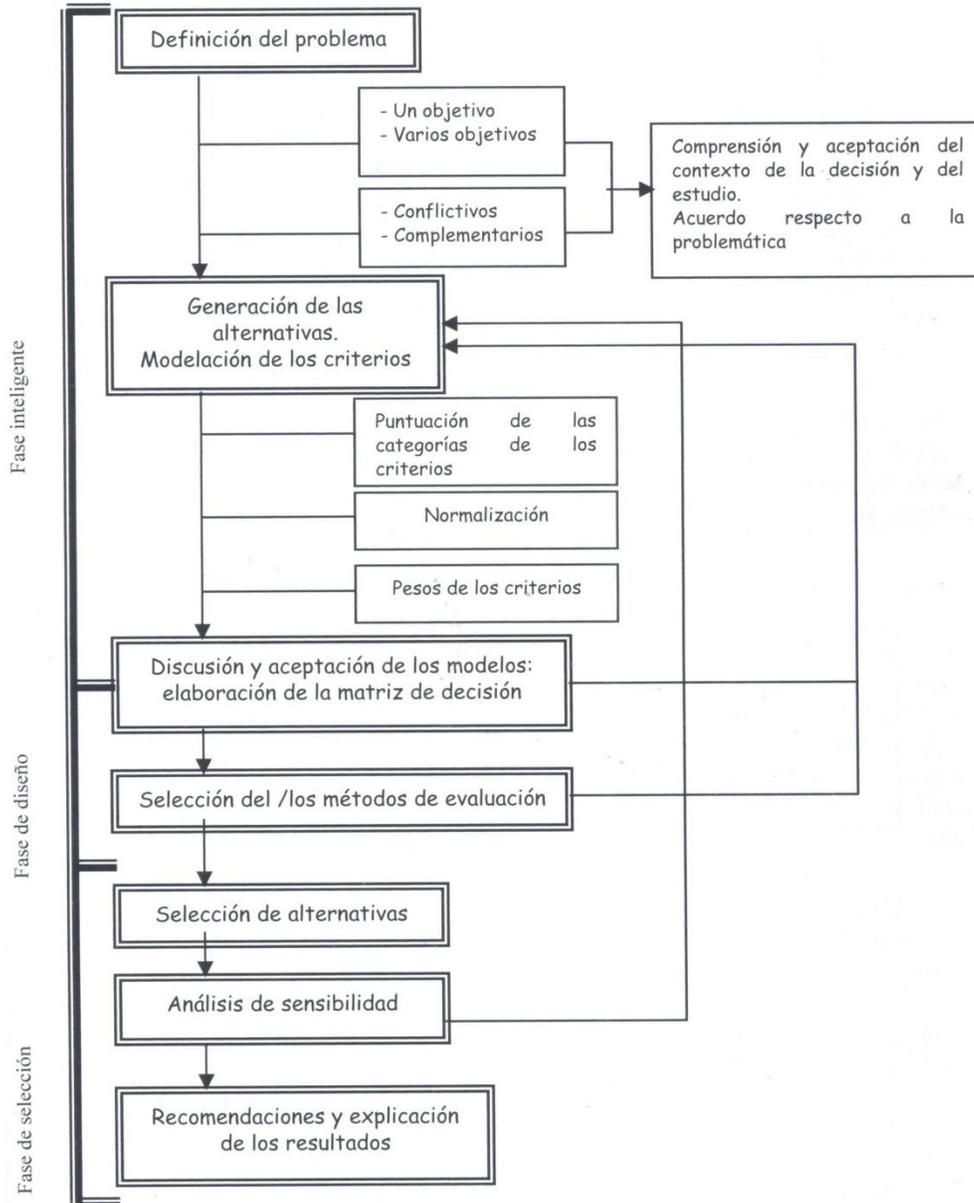
- Determinar los criterios necesarios para la implantación de zonas industriales.
- Establecer cuáles serían los factores más críticos en la realización del Análisis de Sensibilidad que podría afectar a la solución encontrada.
- Identificar la oferta de suelos que puedan ser utilizados para la industria.

### **4 METODOLOGÍA**

Para el desarrollo de la Evaluación Multicriterio se establece un modelo de toma de decisiones que se puede estructurar en varias fases, como se fija en la siguiente figura:

---

<sup>1</sup> Si bien no es motivo de esta tesis el cálculo de la demanda de suelo industrial, se realiza este cálculo para contextualizar la problemática del sector.



**Figura 1. Fases de un proceso de EMC en un entorno SIG**  
**(Fuente: Montserrath Gómez Delgado a partir de Barba-Romero, 1997 y Malczewski, 1999)**

Para la identificación de zonas industriales, también se debe analizar el marco legal, el área de estudio, información para el modelamiento, criterios entre otros que se describen a continuación:



#### **4.1 Marco Legal**

Para la determinación de las actividades de mediano impacto se tomará en cuenta, las que se encuentran establecidas en el Catálogo de Categorización Ambiental (CCAN) según el Acuerdo Ministerial 068 que hace referencia a la Reforma al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente Libro VI, Título I del Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) publicado en el Registro Oficial número 33 de fecha 31 de julio de 2013, que establece que la Categoría III se encuentran todos los proyectos, obras o actividades cuyos impactos ambientales o riesgo ambiental son considerados como mediano impacto.

El 29 de abril del 2014 se publica en el Registro Oficial Edición Especial No. 128 el Acuerdo Ministerial No. 006, el cual reforma el título I y IV del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente, en esta reformar se realizó algunos cambios de categoría a las actividades productivas que se encontraban en el Catálogo de Categorización Ambiental (CCAN).

El 13 de febrero de 2015, se publica en el Registro Oficial Edición Especial No. 270 el Acuerdo Ministerial 028, el cual sustituye el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, en esta reforma se eliminó y modificó algunas de las categorías establecidas para las actividades productivas establecidas en el Catálogo de Categorización Ambiental (CCAN).

El 4 de mayo de 2015, en el Registro Oficial Edición Especial No. 316, se publica el Acuerdo Ministerial 061, Reformar el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio Del Ambiente de la Calidad Ambiental, con este acuerdo se elimina las categorías establecidas en el Catálogo de Categorización Ambiental (CCAN) y se establece que los proyectos, obras o actividades, constantes en el catálogo expedido por la Autoridad Ambiental Nacional deberán regularizarse a través del SUIA, el que determinará automáticamente el tipo de permiso ambiental pudiendo ser: Registro Ambiental o Licencia Ambiental.

En el Acuerdo Ministerio 128 publicado en el Registro Oficial No. 416 el 13 de diciembre de 2006, se establece la norma para el manejo sustentable de los bosques andinos.

En la Constitución Política del Ecuador promulgada en el 2008, en el Art. 405, establece que el Sistema Nacional de Áreas Protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado, quien asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema, y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión.



De igual manera se deberá considerar lo establecido en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente Libro VI anexo I que hace referencia a la Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua, además del Acuerdo Ministerial 050 que hace referencia a la Norma de Calidad del Aire Ambiental o Nivel de Inmisión del Libro VI anexo 4 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente, que fue publicado en el Registro Oficial número 464 de fecha 7 de junio de 2011.

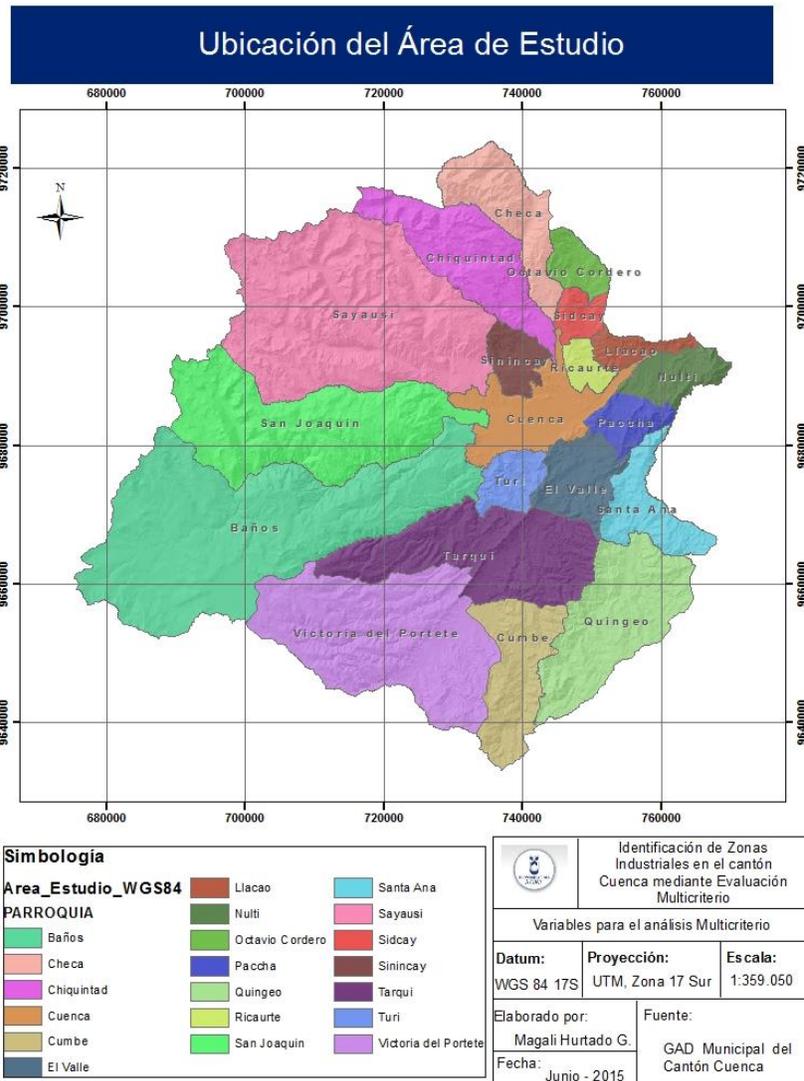
La Reforma, actualización, complementación y codificación de la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca: Determinaciones para el uso y ocupación del suelo urbano, la misma que fue aprobada en el año 1998, en la cual se establece los sectores de planeamiento, usos de suelo, zonas no urbanizables además de las determinantes arquitectónicas.

#### **4.2 Área de Estudio**

El área de estudio seleccionada dentro de la cuenca del río Paute es la vertiente oriental del cantón Cuenca, en el cual se identificarán las posibles zonas para el emplazamiento de actividades productivas de mediano impacto<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Para efectos de esta investigación se consideró solo la vertiente orientan en vista de que se dispone de información de buen calidad.



**Figura 2. Área de Estudio**

### 4.3 Datos

La información ambiental, social, y económica para el modelamiento de los nuevos sectores industriales de Cuenca se obtendrá de diferentes entidades públicas y privadas como las siguientes:

- Empresa Eléctrica Regional Centrosur: Líneas de Alta Tensión
- Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador - IERSE: Inventario Hídrico, Bosque y Vegetación Protectora.



- Empresa Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento - ETAPA EP: Redes de Agua Potable, Red de Alcantarillado, Redes Telefónicas y de Comunicaciones.
- Departamentos del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Cuenca como CGA, PDOT y PLANIFICACIÓN: Predios, Vialidad, Pendientes, Hidrográficos, Equipamientos.
  - Gobierno Provincial del Azuay: Red Vial.

#### 4.4 Criterios para la Evaluación Multicriterio

Con respecto a la metodología de Evaluación Multicriterio, lo primordial es determinar el objetivo del análisis, como primer paso para esta metodología se deberán establecer los criterios, los mismos que son de dos tipos: Factores y Limitantes, con respecto a los factores son variables que ayudan a llegar al objetivo y en el caso de los Limitantes hacen referencia a las restricciones que influirán en la obtención de la meta, para los cuales se han determinado los siguientes:

CRITERIO	FACTOR/LIMITANTE
<b>Ambiental</b>	Inventario Hídrico Cuerpos de Agua Hidrografía Áreas Protegidas
<b>Económico</b>	Pendiente Infraestructura Vial Red de Agua Potable Red de Alcantarillado Energía Eléctrica
<b>Social</b>	Asentamientos Humanos

Tabla 2. Clasificación de Factores y Limitantes por tipo de Criterio

FACTORES	LIMITANTES
<b>Infraestructura Vial</b>	Asentamientos Humanos
<b>Red de Agua Potable</b>	Inventario Hídrico
<b>Energía Eléctrica</b>	Cuerpos de Agua
<b>Red de Alcantarillado</b>	Hidrografía
	Pendientes
	Áreas Protegidas

Tabla 3. Determinación de Factores y Limitantes

Tanto los factores como las restricciones estarán georeferenciados y se trabajará en formato ráster, a través del programa Idrisi. Cálculo de Distancias



“Los módulos de cálculos de rutas de los programas SIG basan su análisis en el cálculo de valores acumulativos de las diferentes celdas o píxeles de una determinada capa ráster. Dicha capa representará la dificultad o coste de desplazamiento de un determinado territorio”. (Ordoñez P, Quentin E, Cabrera P).

Para el cálculo de las distancias se aplicó el método de la Distancia Euclidiana que proporciona la distancia desde cada celda en el ráster hasta el origen más cercano.

#### 4.5 Normalización

“La información geográfica suele expresarse en diversas escalas y debe transformarse a una escala común mediante diversos procedimientos de conversión. La construcción de la matriz de decisión implica no solamente que las variables se expresen numéricamente, sino que se encuentren en una misma escala de medida, por ello es preciso aplicar algún procedimiento de normalización”. (Ordoñez P, Quentin E, Cabrera P)

Se ha procedido a normalizar entre valores de 0 y 1, donde se define lo siguiente:

VALORES	DESCRIPCION
0	Menos Adecuado
1	Más Adecuado

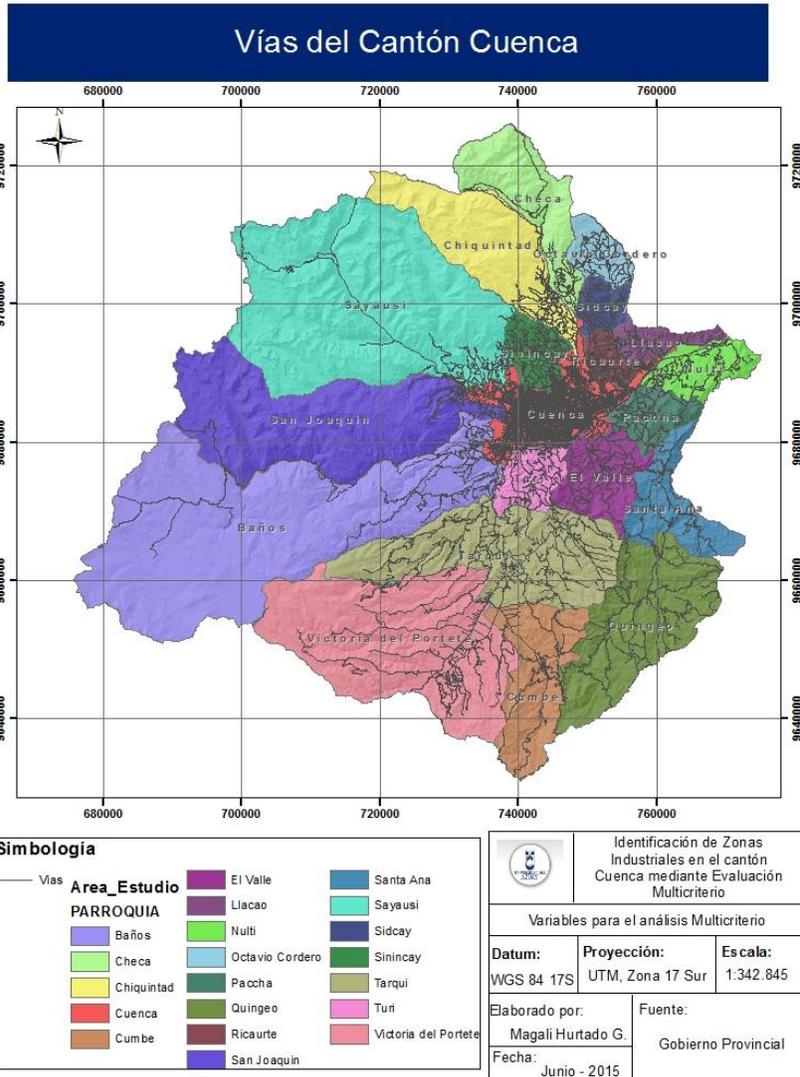
Tabla 4. Normalización de factores

#### 4.6 Descripción de Factores

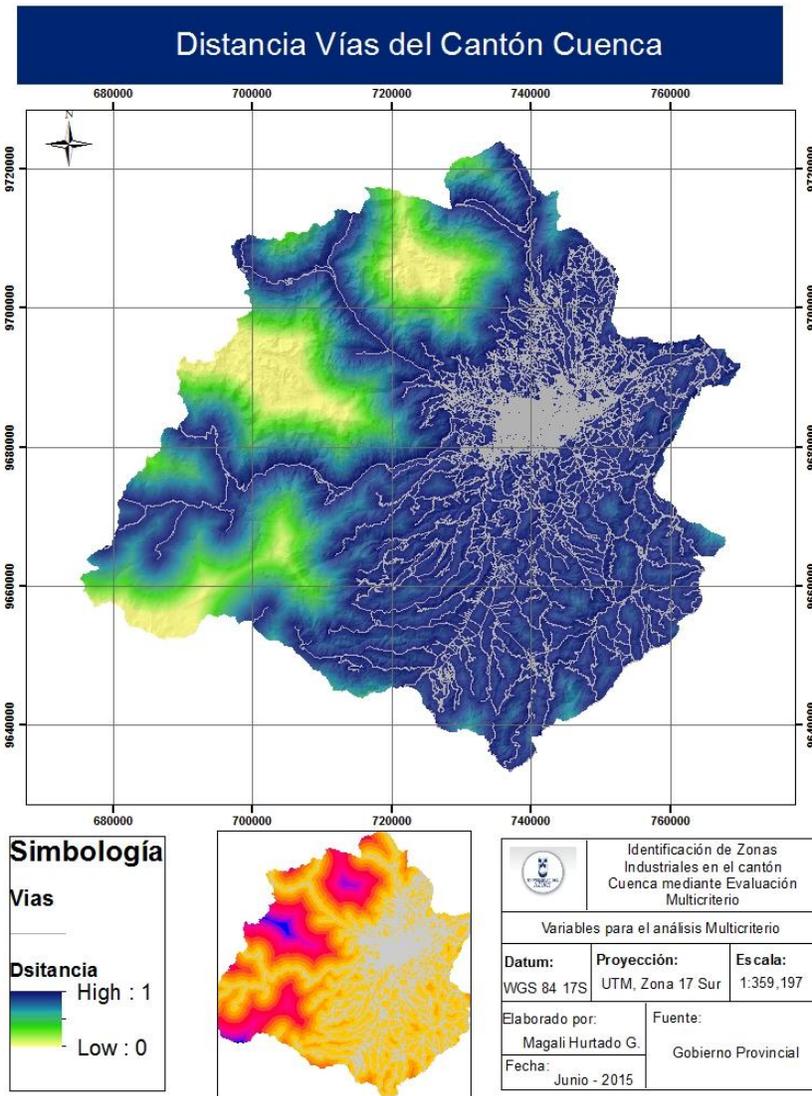
##### 4.6.1 Infraestructura Vial 2014, Gobierno Provincial del Azuay

Las vías de primer orden satisfacen la necesidad de los usuarios, debido a que mejoran el tiempo de movilización y disminuyen costos. Para el caso de estudio, se contó con vías de primer, segundo, tercer y cuarto orden, además de senderos.

Las zonas aptas que se encuentran más cercanas a las vía están alrededor de los 713 m, de distancia.



**Figura 3. Vías en el área de área estudio**



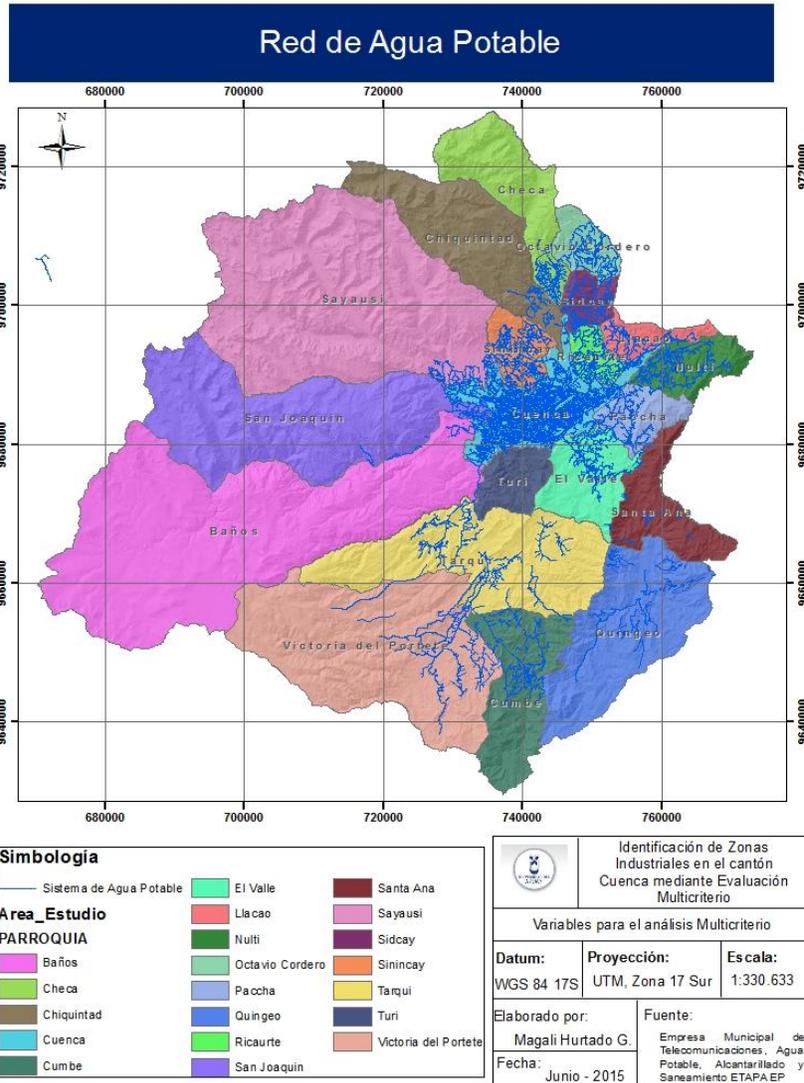
**Figura 4. Distancia a Vías**

#### 4.6.2 Red de Agua Potable 2014, Etapa EP

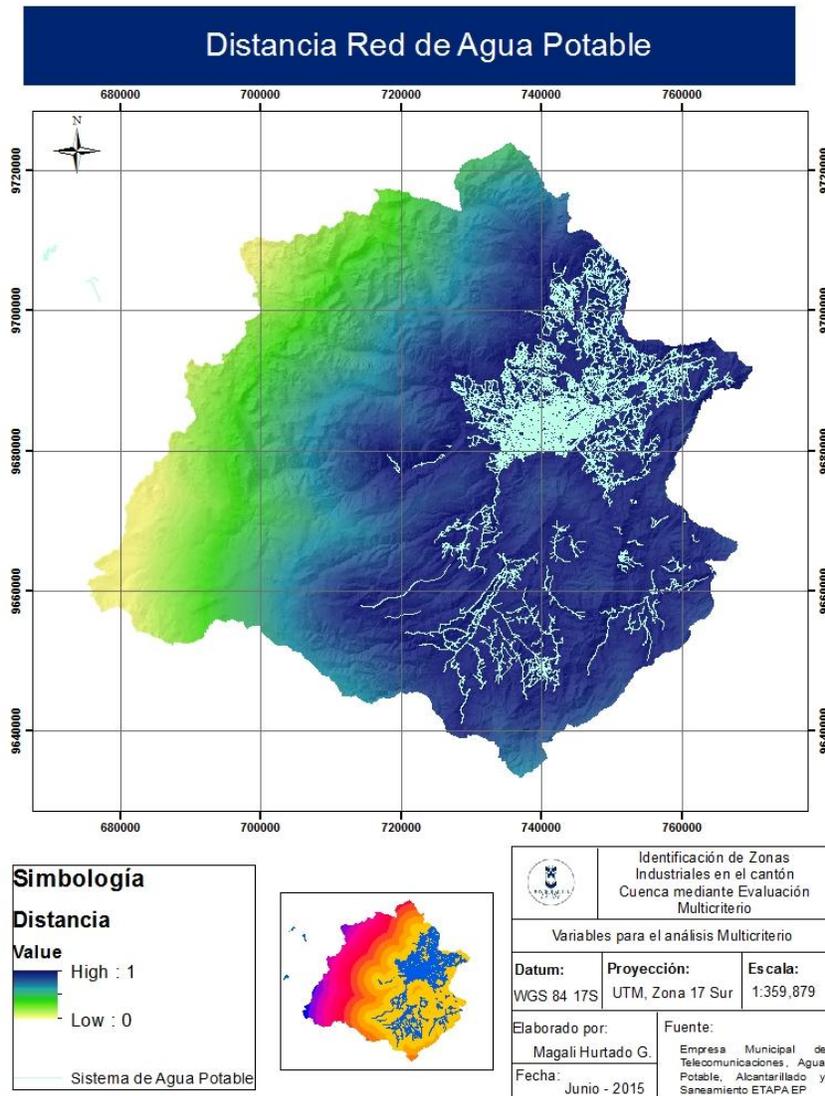
El agua potable es un servicio básico dotado por la Empresa Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA EP, no se cuenta con una cobertura en todo el cantón Cuenca, se puede establecer que el área urbana tiene una cobertura del 100%, pero existe un déficit en el área rural.

En el sector productivo puede ser un insumo en el desarrollo de su actividad.

Las zonas más cercanas a la red de agua potable, tienen una distancias entre 0 y 2362 m



**Figura 5. Red de Agua Potable**



**Figura 6. Distancia Red de Agua Potable en el área de estudio**

#### **4.6.3 Red de Alcantarillado 2014, Etapa EP**

El servicio de alcantarillado público además de ser una necesidad es un servicio básico, el mismo que es dotado por la Empresa Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento ETAPA EP. El cantón Cuenca no cuenta con una cobertura total, se puede establecer que el área urbana cuenta con una cobertura del 100%, pero existe un déficit en la parte rural.

Al no contar con este servicio en gran parte del cantón, existen opciones que se podrán implantar para el tratamiento de las aguas residuales.

De igual manera las zonas más cercanas a la red de alcantarillado, tienen una distancias entre 0 y 3091 m

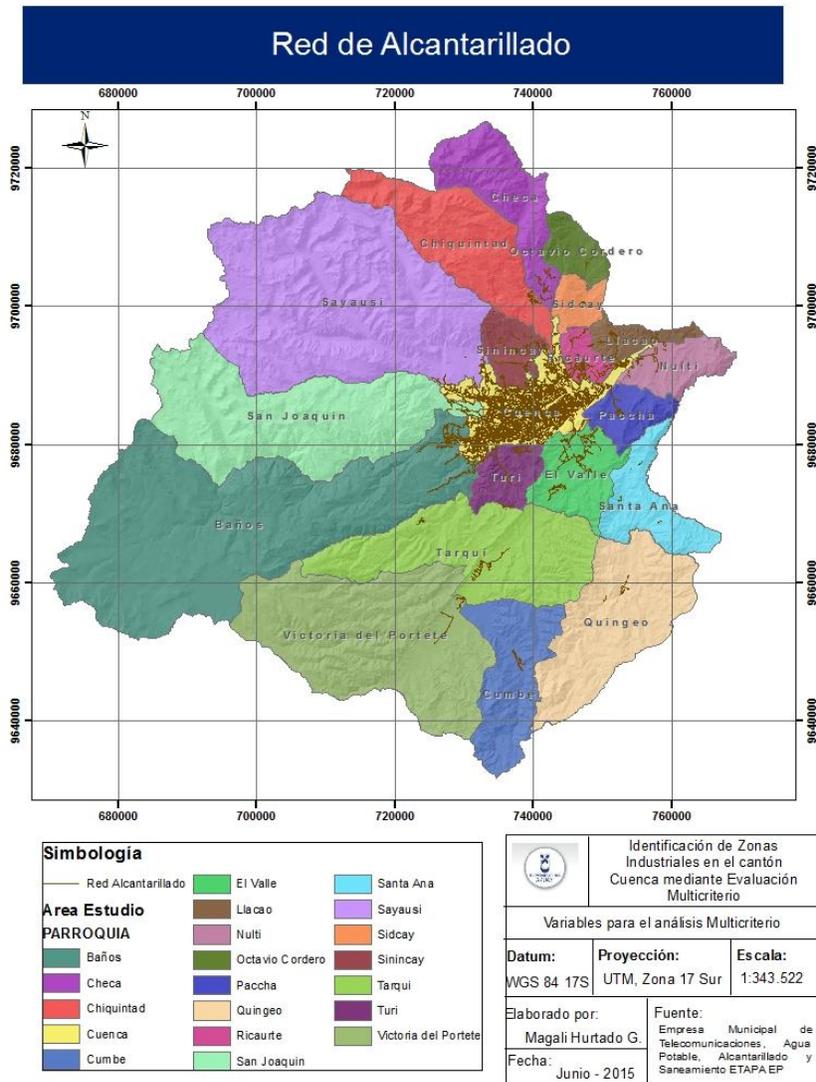
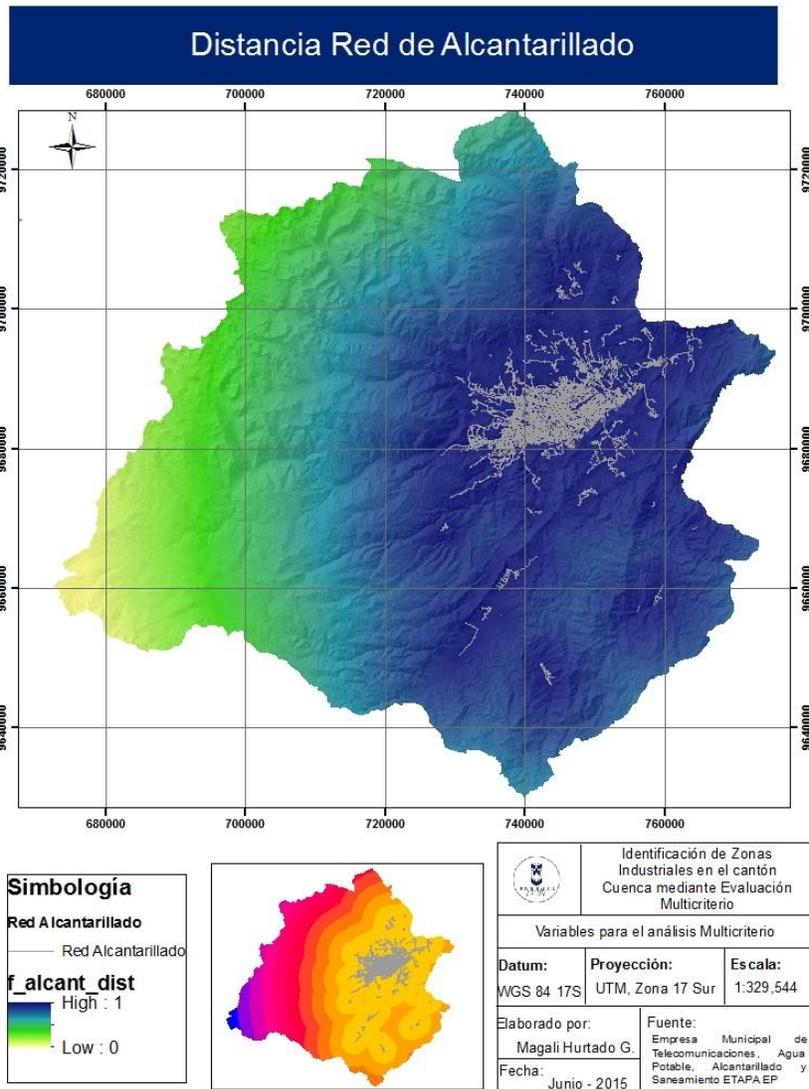


Figura 7. Red de Alcantarillado



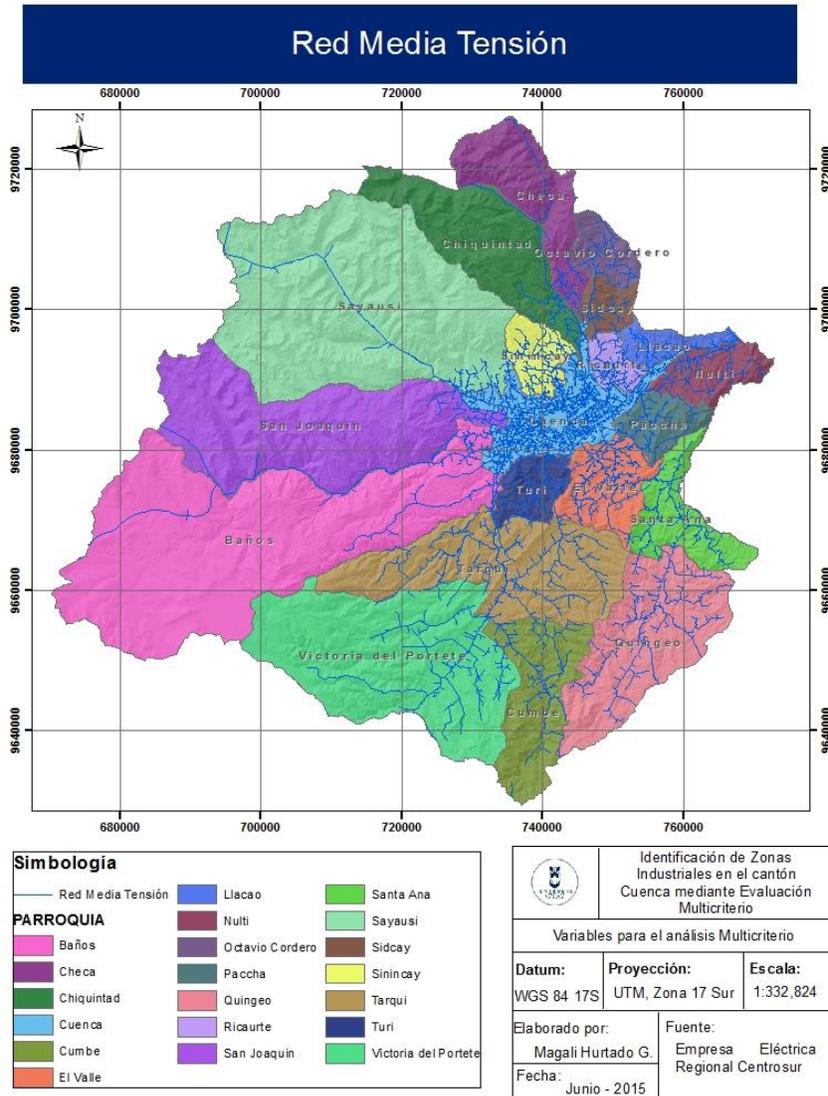
**Figura 8. Red de Agua Potable área estudio**

#### **4.6.4 Energía Eléctrica 2014, Empresa Eléctrica Centro Sur,**

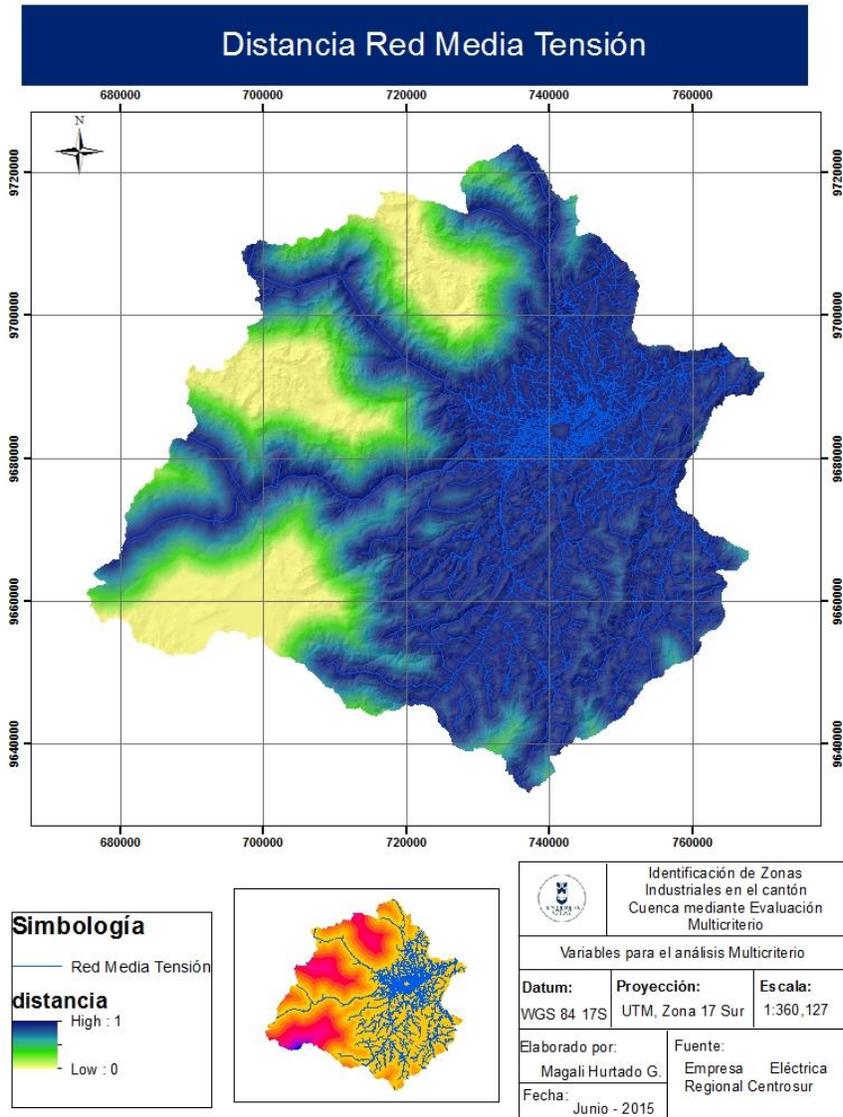
El servicio de energía eléctrica es un servicio básico el cual es dotado por la Empresa Eléctrica Regional Centrosur. En el desarrollo de las actividades productivas es un insumo de vital importancia.

El cantón Cuenca no cuenta con una cobertura total, se puede establecer que el área urbana cuenta con una cobertura del 100%, pero existe un déficit en la parte rural. Se utilizó las redes de media tensión que son las que operan en voltajes entre 600 V y 40.000 V.

Las distancias más adecuadas van desde los 0 a los 1059m,



**Figura 9. Red de Media Tensión**



**Figura 10. Distancia a la Red de Media Tensión**

## 4.7 Descripción de los Limitantes

### 4.7.1 Pendientes 2014, GAD Municipal del cantón Cuenca

Según la Reforma, actualización, complementación y codificación de la ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca determinaciones para el uso y ocupación del suelo urbano, en su artículo 90 se prohíbe la construcción en terrenos con pendientes mayores al 30%.



El programa MAG-PRONAREG-ORSTOM en 1983, determinó las clases y rangos de pendientes como se muestra en la siguiente tabla

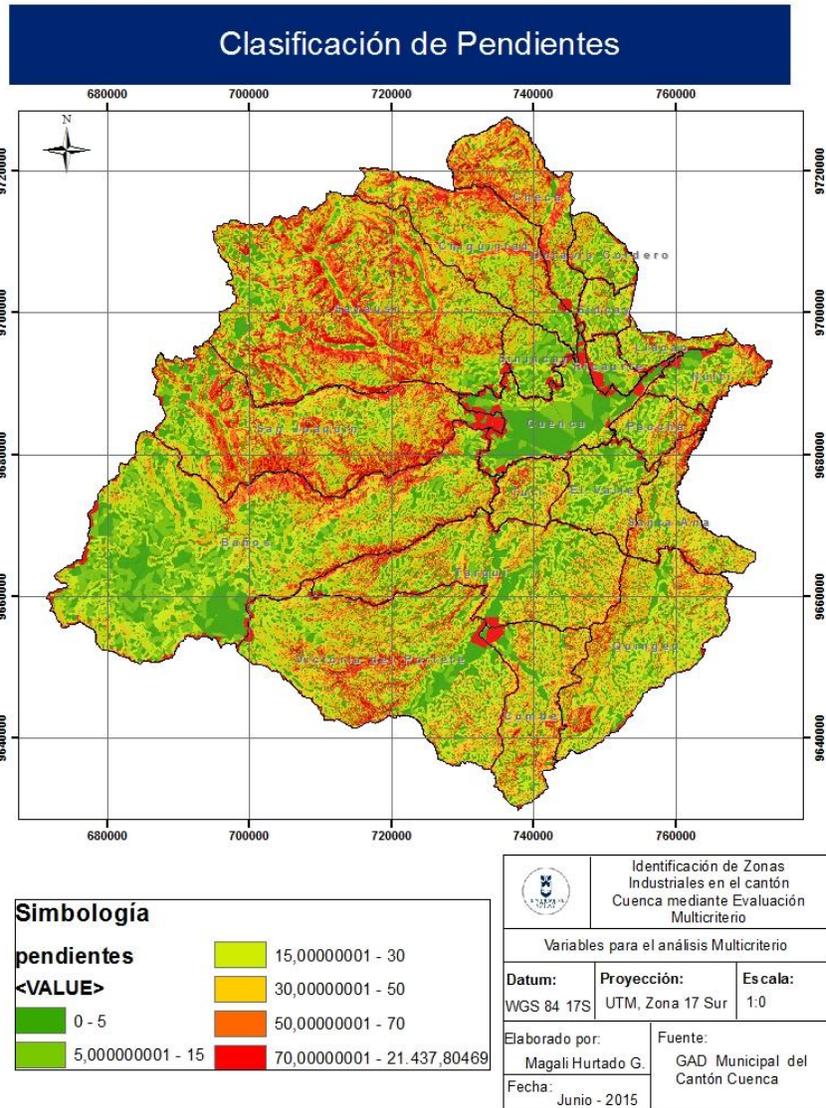
<b>RANGOS ESTABLECIDOS - MAGAP</b>	
<b>Termino Descriptivo</b>	<b>Rango (%)</b>
<b>Plano a casi plano</b>	0 - 5
<b>Suave o ligeramente ondulada</b>	5 - 12
<b>Moderadamente ondulado</b>	12 - 25
<b>Colinado</b>	25 - 50
<b>Escarpado</b>	50 - 70
<b>Montañoso</b>	> 70

**Tabla 5. Rangos de Pendientes - MAGAP**

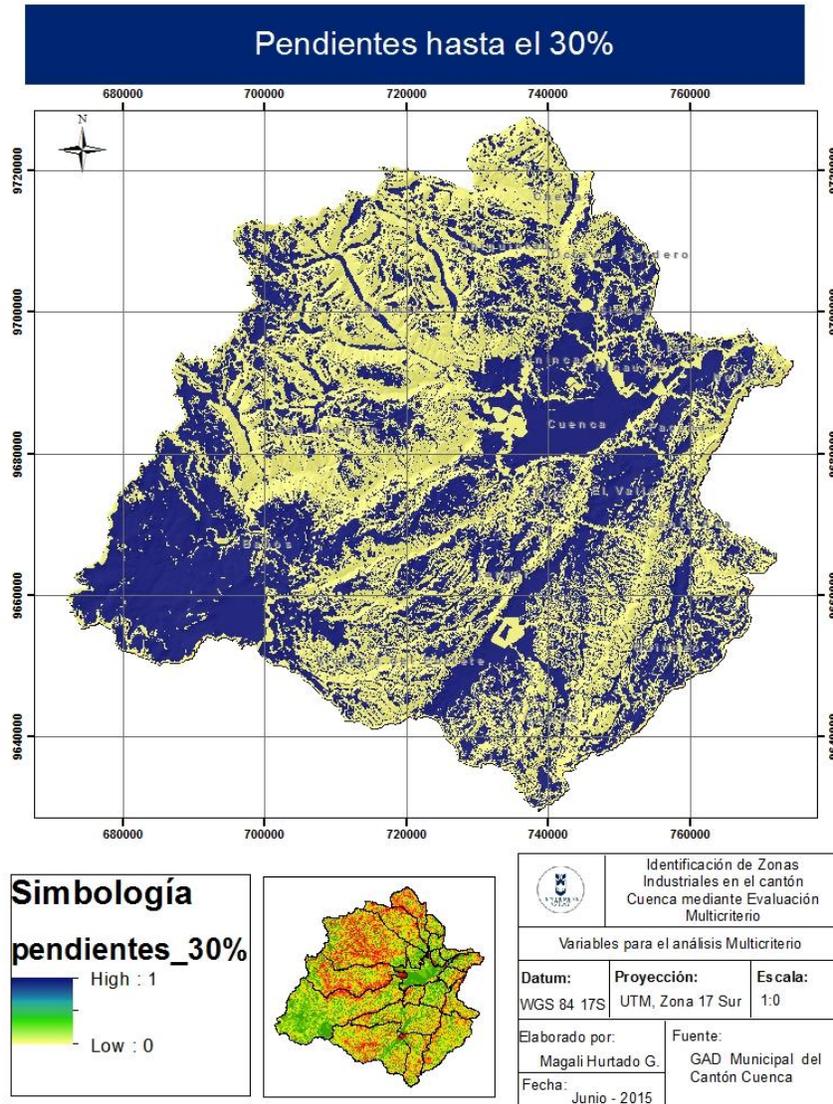
Para el caso de estudio se ha propuesto el siguiente rango de pendientes:

<b>RANGOS ESTABLECIDOS - CASO DE ESTUDIO</b>		
<b>Termino Descriptivo</b>	<b>Rango (%)</b>	<b>Valoración</b>
<b>Plano a casi plano</b>	0 - 5	100%
<b>Suave o ligeramente ondulada</b>	5 - 15	90%
<b>Moderadamente ondulado</b>	15 - 30	85%
<b>Colinado</b>	30 - 50	70%
<b>Escarpado</b>	50 - 70	N/A
<b>Montañoso</b>	>70	N/A

**Tabla 6. Rangos de Pendientes - Caso de Estudio**



**Figura 11. Clasificación de Pendientes**



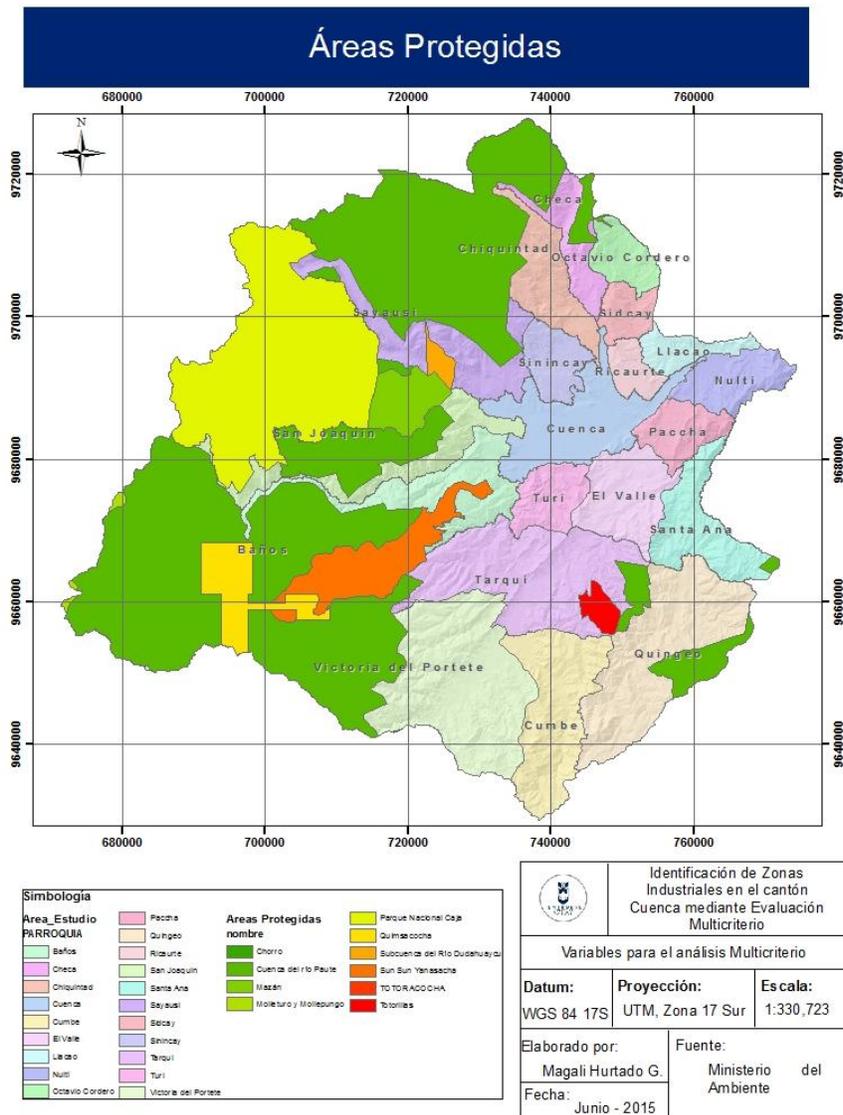
**Figura 12. Clasificación de Pendientes hasta el 30%**

#### **4.7.2 Áreas Protegidas, Áreas de Bosques y Vegetación Protectora 2014, MAE**

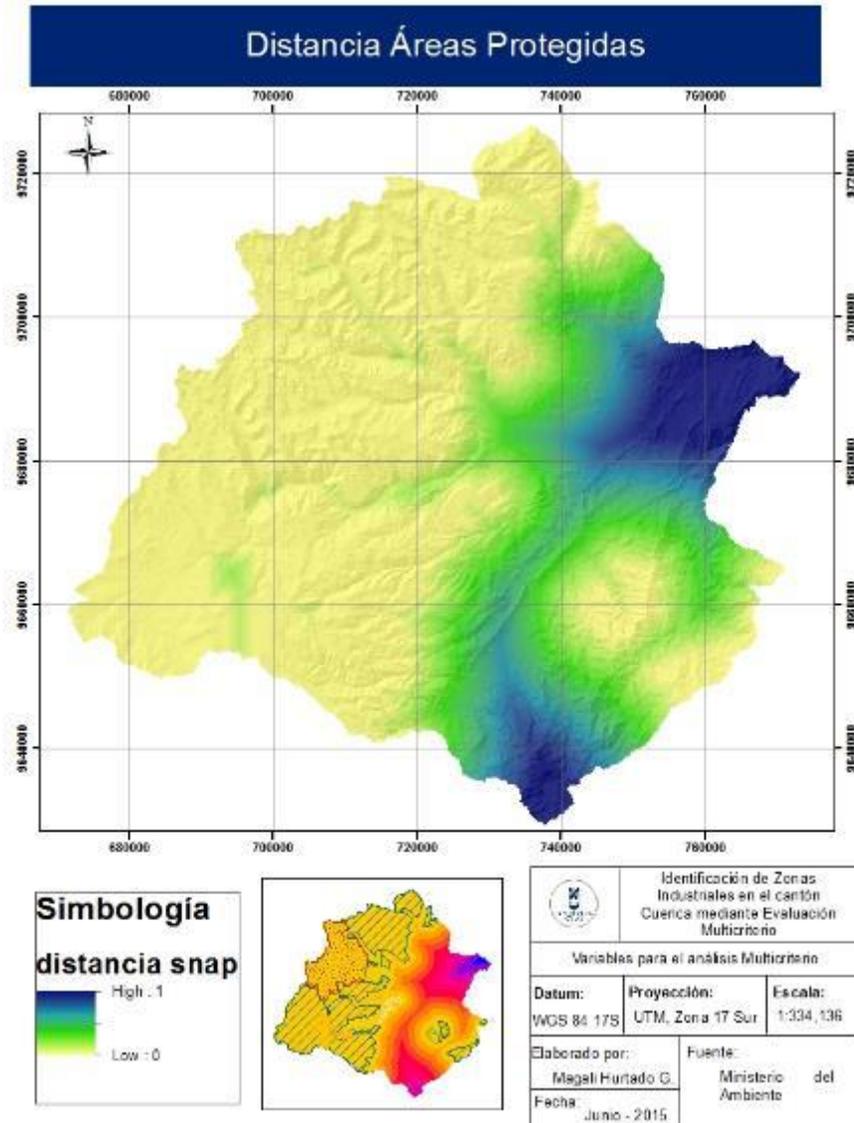
Las áreas protegidas se enmarcan en la máxima categoría de protección de acuerdo con la legislación ambiental nacional, por Constitución de la República son parte de uno de los subsistemas del gran Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) conocido como Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE). Albergan una importante riqueza biológica y brindan importantes servicios ecosistémicos.

Las Áreas de Bosques y Vegetación Protectora, ABVP, constituyen otra categoría de conservación dentro del SNAP, estos bosques pueden ser de propiedad privada, además, de que si son permitidas ciertas actividades productivas.

Según Acuerdo Ministerial debe haber como mínimo 500 metros de retiro para la protección de estas zonas, de las distancias obtenidas se ve que las zonas adecuadas empiezan a una distancia entre 6474, por lo tanto estaríamos garantizando aún más su protección y conservación.



**Figura 13. Áreas Protegidas y áreas de Bosque y Vegetación Protectora**



**Figura 14. Distancia Áreas Protegidas y áreas de Bosque y Vegetación Protectora**

Se han determinado las siguientes áreas, las cuales se encuentran declaradas bajo Acuerdo Ministerial, como se muestra en la siguiente tabla:

NOMBRE	ACUERDO MINISTERIAL
<b>Chorro</b>	Registro Oficial No. 143 del 4 de marzo de 2010 con Resolución Ministerial No. 12 del 26 de febrero de 2009
<b>Cuenca del río Paute</b>	Registro Oficial No. 255 del 22 de agosto de 1985 con Resolución Ministerial No. 292 del 30 de julio de 1985



NOMBRE	ACUERDO MINISTERIAL
<b>Mazán</b>	Registro Oficial No. 303 del 09 de agosto de 1982
<b>Molleturo y Mollepungo</b>	Registro Oficial No. 363 del 20 de enero de 1994 con Resolución Ministerial No.37 del 17 de noviembre de 1993
<b>Parque Nacional Cajas</b>	Acuerdo Interministerial No. 203 del 06/06/1977- Registro Oficial No. 371 del 04/07/1977
<b>Quimsacocha</b>	Acuerdo Ministerial No. 007 del 25 de enero de 2012
<b>Subcuenca del Río Dudahuaycu</b>	Registro Oficial No. 303 del 9 de agosto de 1982 con Resolución Ministerial No.227 del 28 de julio de 1982
<b>Sun Sun Yanasacha</b>	Registro Oficial No. 552 del 8 del agosto de 1983 con Resolución Ministerial No.206 del 8 de julio de 1983
<b>Totoracocha</b>	Registro Oficial No. 620 del 26 de enero de 1995
<b>Totorillas</b>	Registro Oficial No. 303 del 9 de agosto de 1982 con Resolución Ministerial No.229 del 23 de julio de 1982

**Tabla 7. Áreas Protegidas mediante Acuerdo Ministerial**

#### **4.7.3 Zonas de Riesgo 1994, 2013 GAD Municipal del Cantón Cuenca**

Los movimientos superficiales debidos a inestabilidad de terrenos en el cantón Cuenca, están entre los fenómenos naturales que más daños causan a las personas, sus bienes y obras de infraestructura.

Existen varios factores que son generadores de problemas de inestabilidad de terrenos. Los factores antrópicos como la deforestación, la ocupación indiscriminada del suelo, voladuras, construcción de vías, excavaciones anti técnicas y sobrecargas o rellenos, también son un elemento adicional que incrementa el peligro para la generación de este tipo de eventos. La información es el compendio de PRECUPA (1995) en los cuales se identificaron sectores que forman parte de un cinturón de áreas vulnerables, inestables y cuyos suelos no son aptos para la construcción, además de la modificación del plano número 8 de la ordenanza que hace referencia a la susceptibilidad por terrenos inestables, en el sector Guncay, parroquia El Valle y su área de influencia, contando así solamente con información del área urbana y periurbana del cantón, lo que constituye una limitación para esta investigación.

Según las distancias generadas las zonas adecuadas para ser analizadas estarían a una distancia de 9500m de las zonas de riesgo,

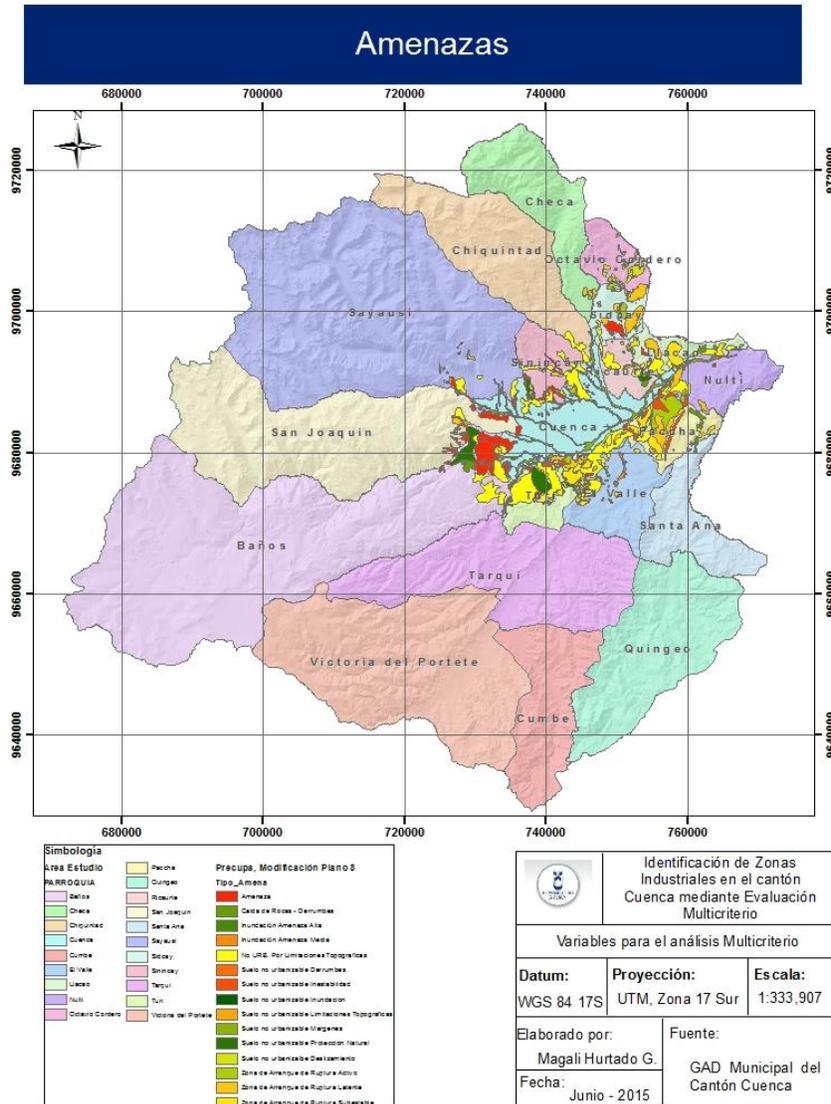
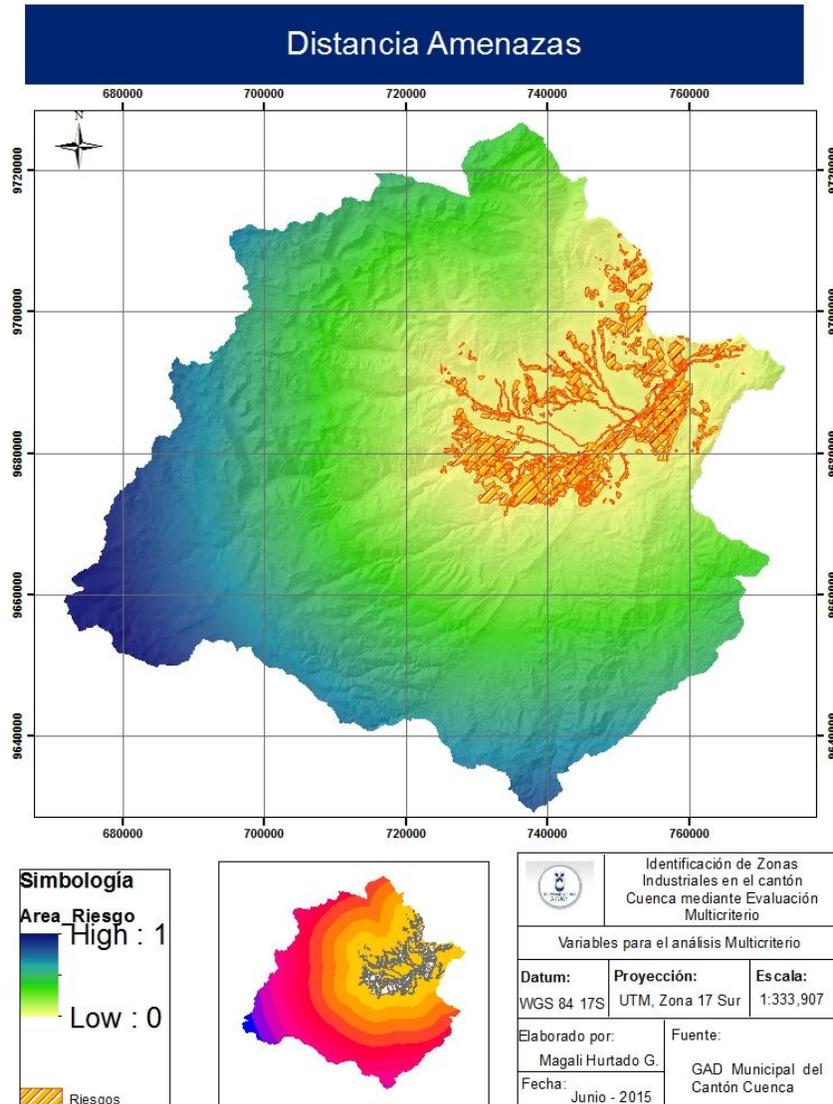


Figura 15. Riesgos



**Figura 16. Distancia zonas de Riesgos**

#### **4.7.4 Hidrografía 2014, Etapa EP**

En el cantón Cuenca existe alrededor de 70 ríos principales que forman parte de los recursos hídricos, que deben ser mantenidos y preservados, a la cual se suman un ciento más de ríos más pequeños, además de las 80 acequias, 55 ciénagas y 2412 lagunas.

Según lo establecido en la Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial vigente, planes parciales, planes especiales y demás legislación vinculada, al ordenamiento urbano, rural y ambiental del cantón, de igual manera se establecen márgenes de protección para este tipo de

recursos, así es que para ríos principales tenemos un margen de 60m y quebradas 15m, para el caso de estudio las distancias adecuadas están alrededor de los 328 m.

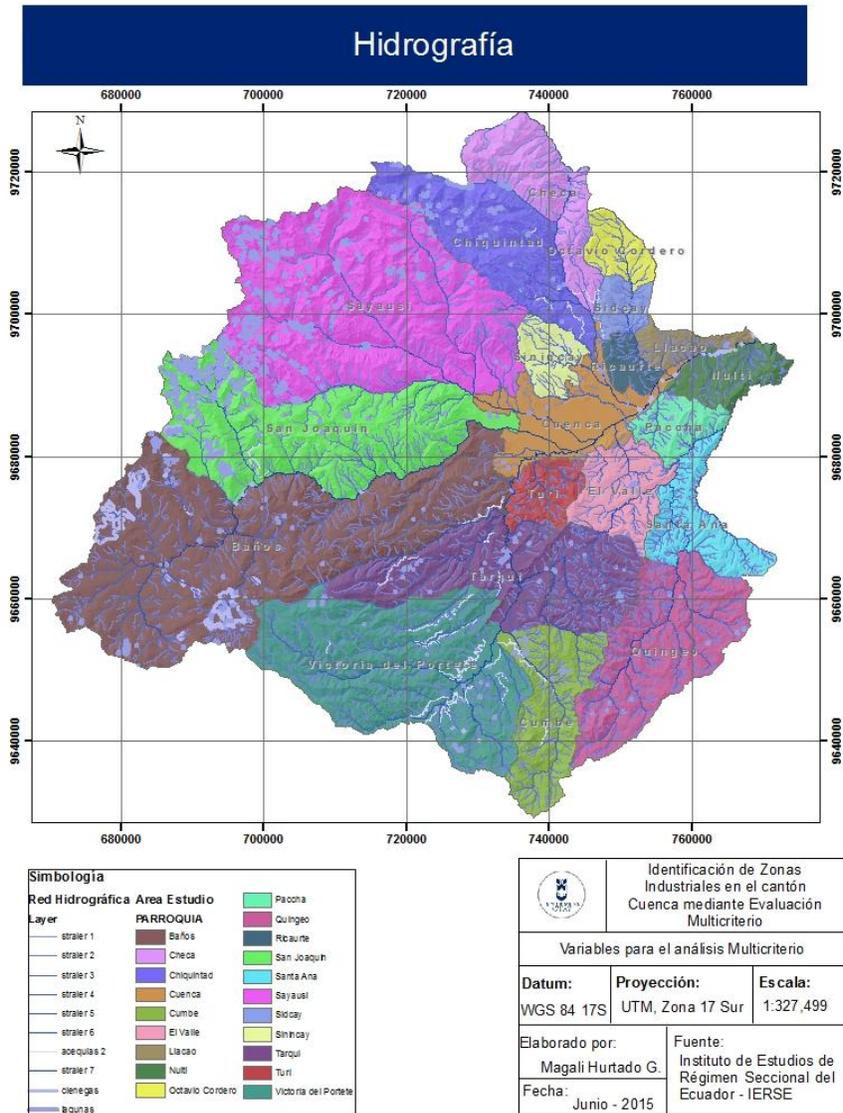
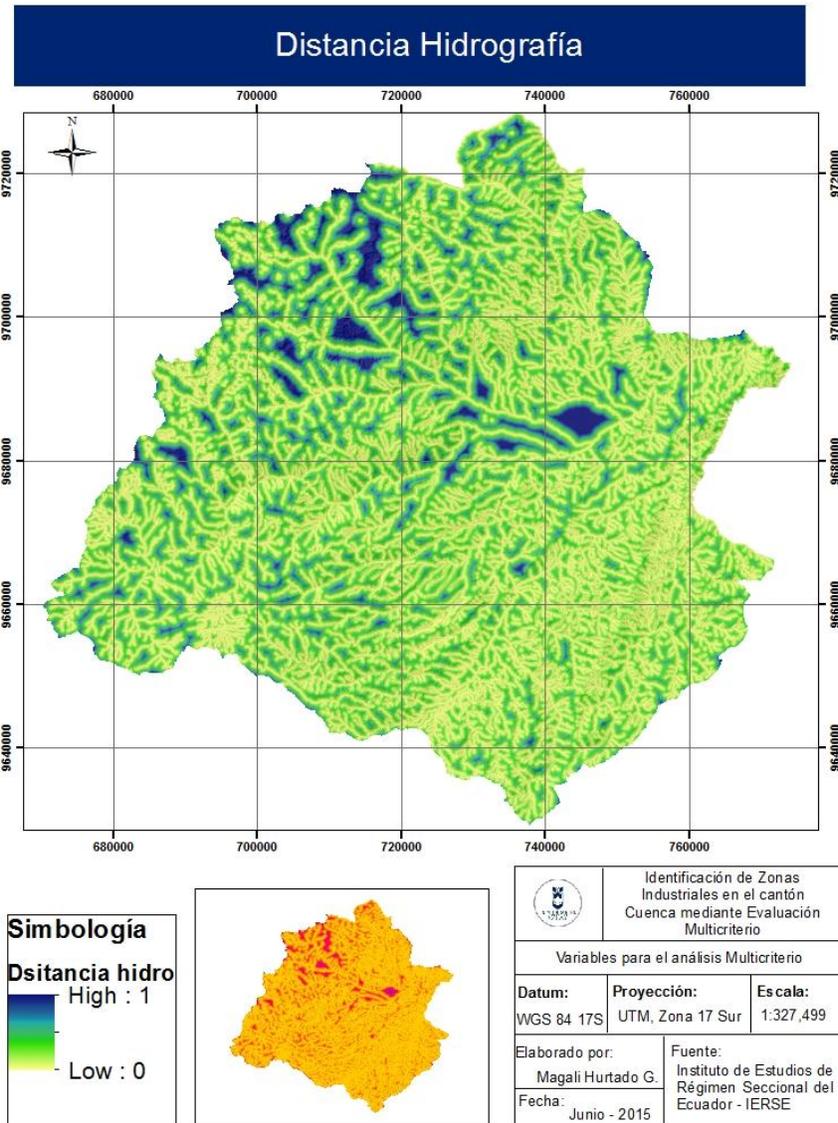


Figura 17. Red Hidrográfica



**Figura 18. Distancia Red Hidrográfica**

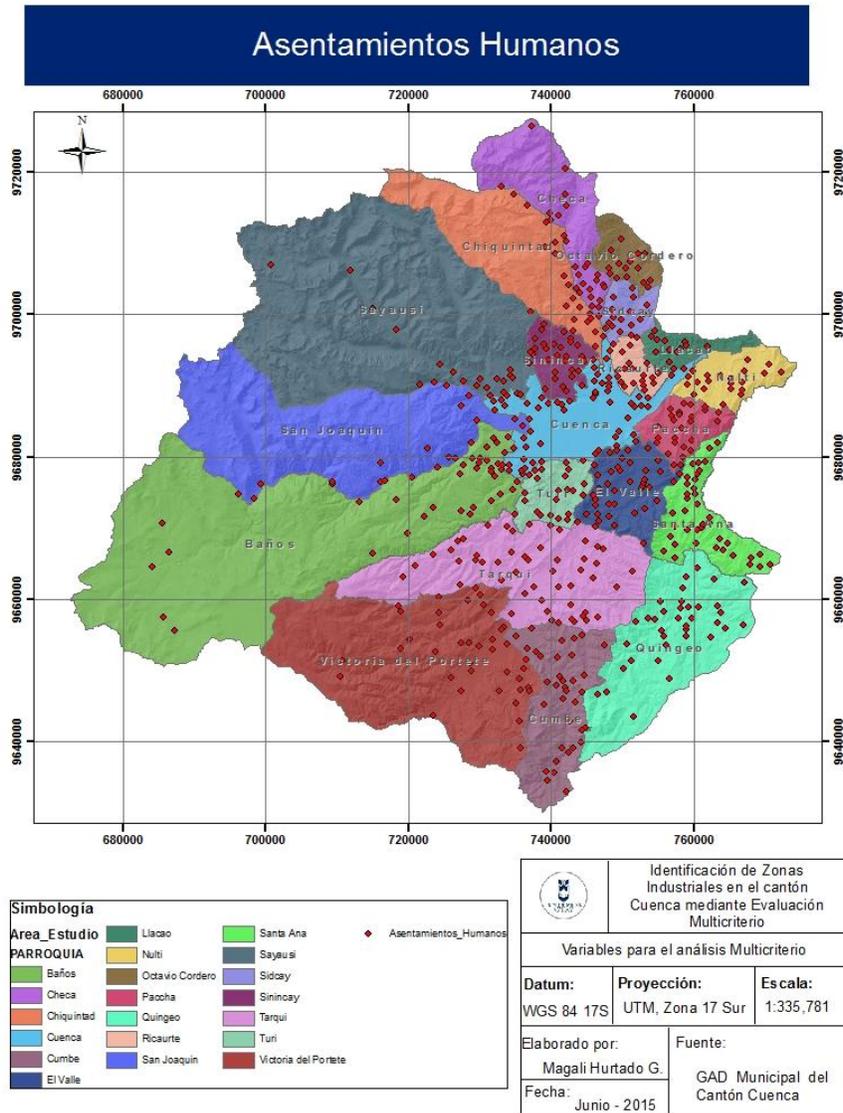
#### 4.7.5 Asentamientos Humanos

Un asentamiento es el lugar donde se establece una persona o una comunidad.

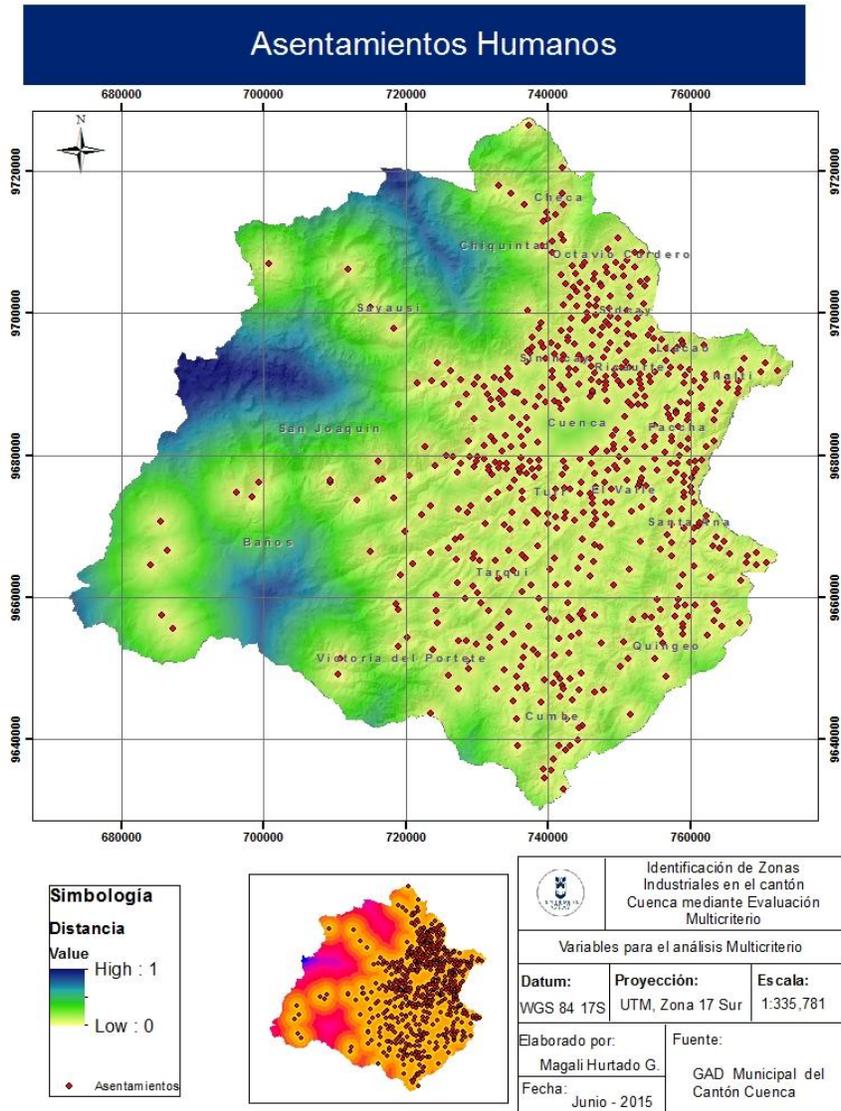
Pueden existir diversos tipos de asentamientos, es decir un establecimiento formal o asentamiento regular forma la parte de un esquema del planeamiento de ciudad, un establecimiento informal está fuera del esquema de planificación urbana.

En el cantón Cuenca se han definido 587 asentamientos humanos.

Es importante garantizar la tranquilidad a la población, por lo cual la distancia mínima está a 1000m de los centros poblados.



**Figura 19. Asentamientos Humanos**



**Figura 20. Distancia Asentamientos Humanos**

#### 4.7.6 Inventario Hídrico 2014, Senagua

La Secretaría Nacional del Agua cuenta con información actualizada y analizada de las fuentes de agua -usos de hecho ha realizado el Inventario participativo de los Recursos Hídricos y de los sistemas de agua y saneamiento del cantón Cuenca, donde se verifica el tipo de fuente y su captación. Este tipo de recurso natural debe ser mantenido y preservado, por lo que se deberá establecer un perímetro mínimo para su protección.



La protección a los recursos hídricos establecidos es de vital importancia, es así que su margen de protección estaría sobre los 1000m.

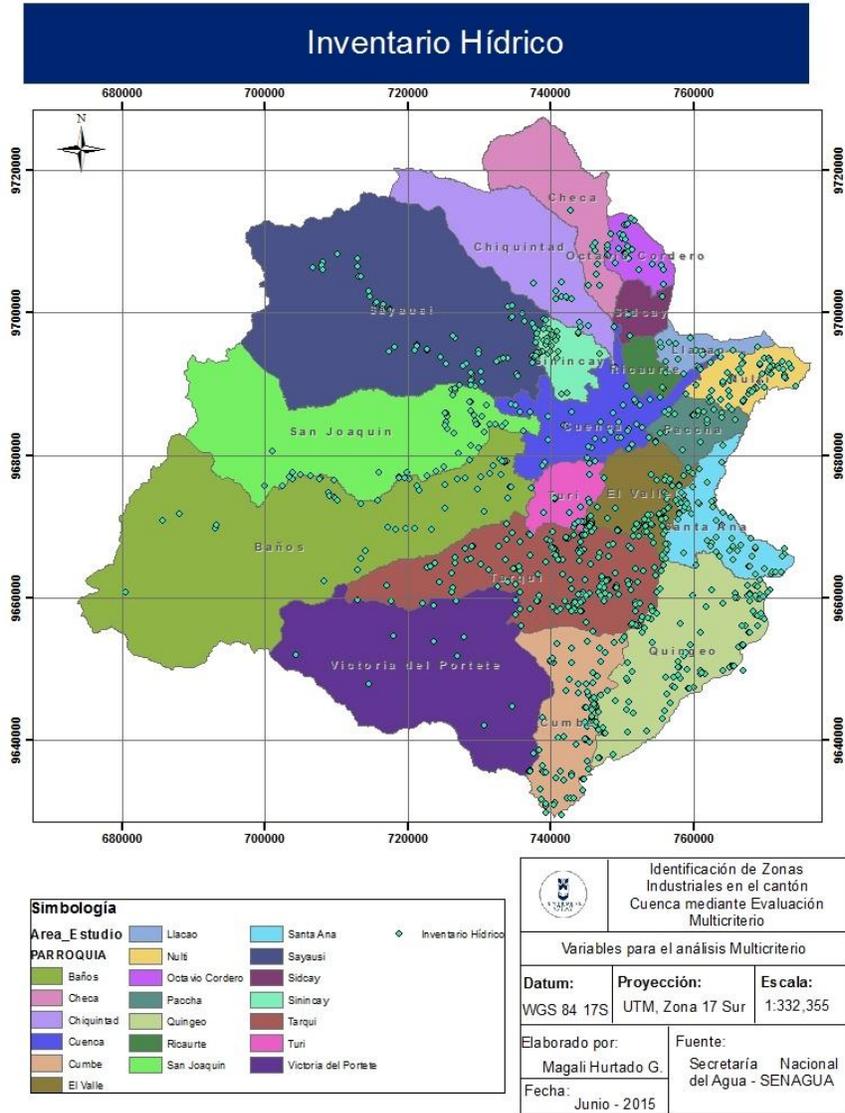
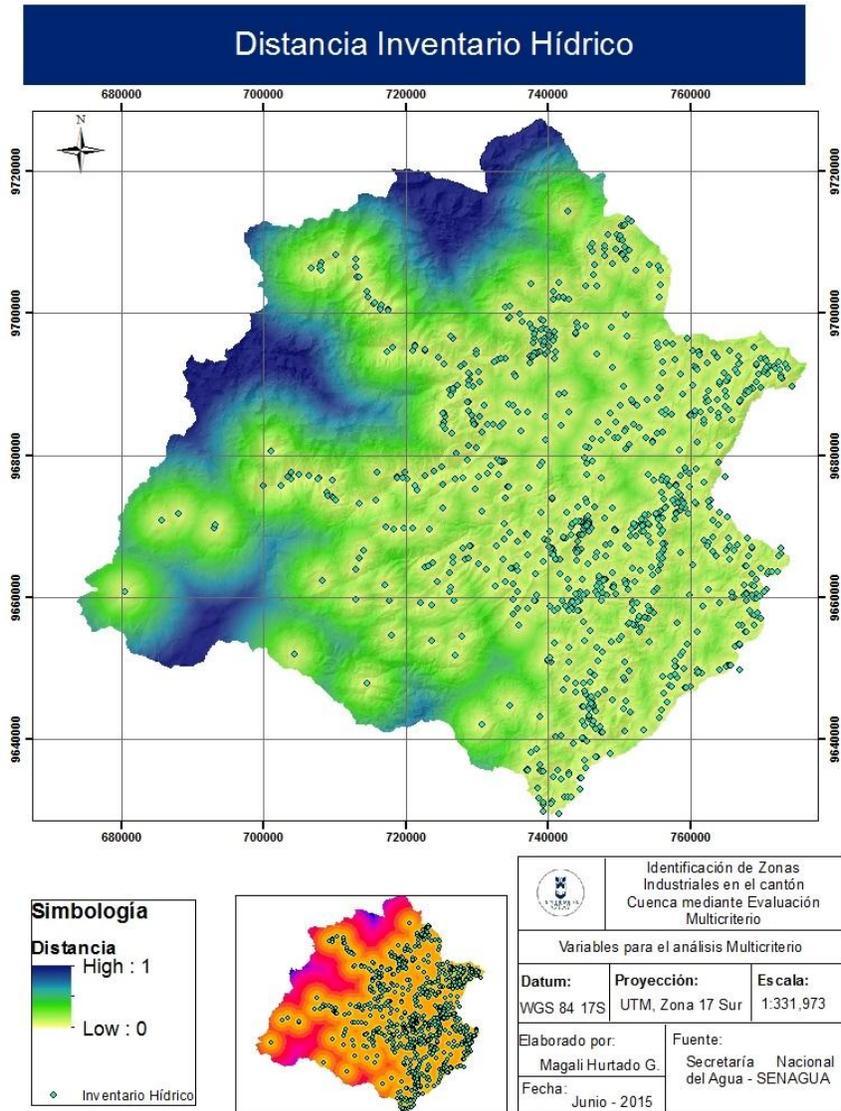


Figura 21. Inventario Hídrico



**Figura 22. Distancia inventario Hídrico**

#### 4.8 Análisis SAATY

El proceso de análisis jerárquico “AHP” (Analytic Hierarchy Process) fue desarrollado por Thomas L. en el año de 1980, el cual está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. El proceso se basa en dar valores subjetivos respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión. El resultado del AHP es una jerarquización con prioridades que muestran la preferencia entre los criterios.

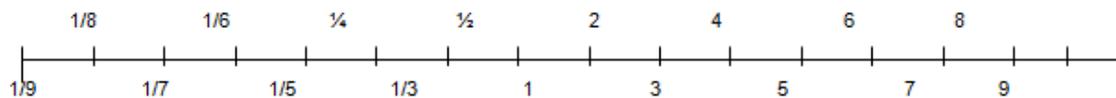


La construcción de un modelo jerárquico en el proceso de análisis jerárquico de Saaty (AHP), permite de una manera eficiente y grafica organizar la información respecto de un problema, descomponerla y analizarla por partes.

El AHP se fundamenta en:

- La estructuración del modelo jerárquico
- Priorización de los elementos del modelo jerárquico
- Comparación binarias entre los elementos
- Evaluación de los elementos mediante la asignación de pesos
- Ranking de las alternativas de acuerdo a los pesos dados

La técnica usa la siguiente escala, basada en el principio de Comparación por Pares:



**Figura 23. Escala de Saaty**

De esta manera, con esta técnica todas las comparaciones y por ende las mediciones se hacen en la misma escala; por ello, la técnica se ajusta al principio de homogenización de la teoría de mediciones, en particular, cuando se trabaja con factores de gran variedad y diversidad en el estudio que se está realizando.

IMPORTANCIA / PREFERENCIA	INTENSIDAD	SIGNIFICADO
<b>1</b>	Igual o diferente a...	Al comparar un elemento con otro, hay indiferencia entre ellos
<b>3</b>	Ligeramente más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo
<b>5</b>	Más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo



IMPORTANCIA / PREFERENCIA	INTENSIDAD	SIGNIFICADO
<b>7</b>	Mucho más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo
<b>9</b>	Absolutamente o muchísimo más importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo

**Tabla 8. Escala de valores Saaty**

Los valores (pares) 2, 4, 6 y 8; se utilizan cuando al comparar dos (2) elementos entre sí, el primero está en un grado de importancia / preferencia intermedio entre dos (2) valores adyacentes de la escala.

Para el caso de los valores recíprocos de la escala, la interpretación es completamente análoga, es decir:

IMPORTANCIA / PREFERENCIA	INTENSIDAD	SIGNIFICADO
<b>1/3</b>	Ligeramente menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera ligeramente menos importante o preferido que el segundo.
<b>1/5</b>	Menos importante o preferido que...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera menos importante o preferido que el segundo
<b>1/7</b>	Mucho menos importante o preferido que	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho menos importante o preferido que el segundo
<b>1/9</b>	Absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que ...	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo menos importante o preferido que el segundo

**Tabla 9. Escala de valores recíprocos de Saaty**



Una vez hecha la aclaratoria de los valores de la escala “AHP”, se procede a rellenar la matriz de comparación de los factores considerados, para de allí determinar pesos o importancia atribuida a cada uno de los factores.

#### 4.8.1 Radio de Consistencia

Una consideración importante en términos de la calidad de la decisión final se refiere a la consistencia de los juicios establecidos al momento de dar las ponderaciones a los criterios. Se debe tener presente que la consistencia perfecta es muy difícil de lograr y que es de esperar cierta inconsistencia en casi cualquier conjunto de comparaciones pareadas.

El AHP establece un método para medir el grado de consistencia. Si el grado de consistencia es aceptable, puede continuarse con el proceso de decisión, caso contrario se deberá reconsiderar y posiblemente modificar las ponderaciones dadas a cada uno de los criterios.

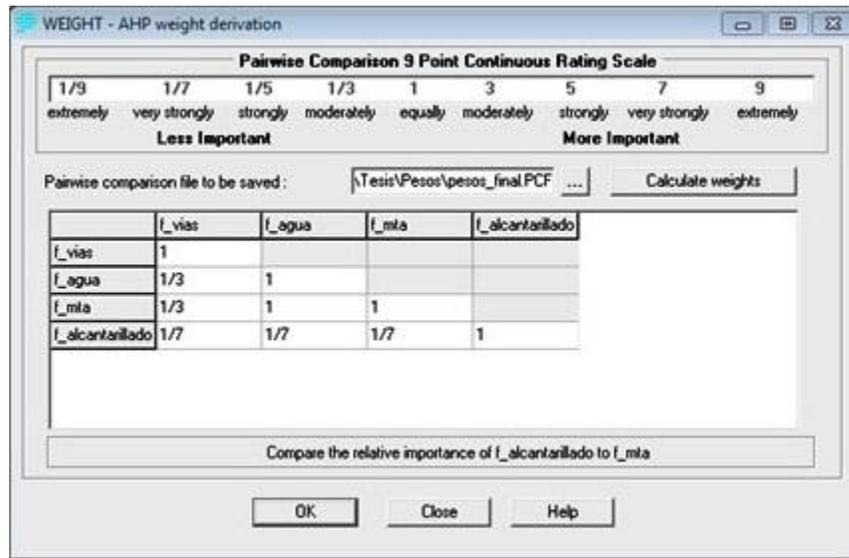
A continuación se muestran los valores de los radios de consistencia para los diferentes tamaños de matriz.

N	1	2	3	4	5	6	7
RC	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35

**Tabla 10. Valores de Radio de Consistencia para matrices de diferentes órdenes (Saaty, 1980)**

El valor del radio de consistencias aceptable debe ser menor o igual a 0.10.

En el módulo WEIGHT del software IDRISI, permite calcular los pesos, para el caso de estudio de han determinado la matriz de comparación de la siguiente manera:



**Figura 24. Matriz de Comparación**

Para cada uno de los factores, se obtuvo los siguientes pesos:

FACTORES	PESOS
Vías	0.5156
Agua Potable	0.2205
Energía Eléctrica	0.2205
Alcantarillado	0.0433

**Tabla 11. Pesos de los factores**

En el cuadro precedente se evidencia la importancia de cada uno de los criterios, siendo lo primordial las vías, por motivos de costos y distancias, luego se encuentra el agua potable que puede ser un recurso en algunos procesos productivos, la energía eléctrica que es un insumo de importancia para la producción y por último el alcantarillado que está como menos importante porque se puede construir plantas de tratamiento o algunos otros mecanismos para el manejo de aguas residuales.

El radio de consistencia obtenido es de 0.06, el cual es considerado como aceptable.

## 5 EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Con los pesos establecidos para cada uno de los criterios y con un radio de consistencia aceptable, se realiza el método de Evaluación Multicriterio, a través del módulo MCE del software Idrisi, en el cual se establecen los criterios con sus respectivos pesos y las restricciones.

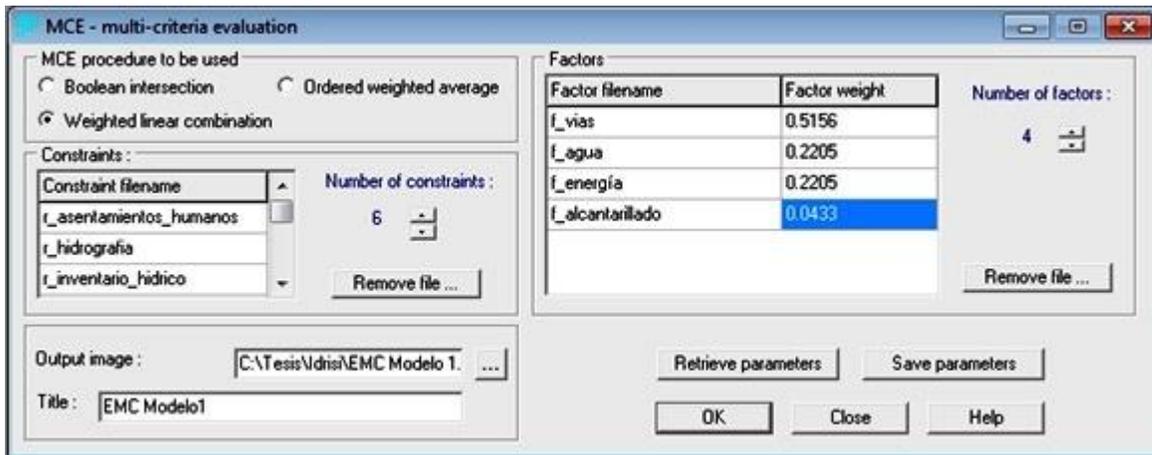


Figura 25. Evaluación Multicriterio

### 5.1.1 Definición de Factores para Modelos

Se propone realizar cuatro modelos, los mismos que están definidos así:

#### 5.1.1.1 Modelo 1

FACTORES (Cercanía)	LIMITANTES (Lejanía)
Vías	Asentamientos Humanos
Red de Agua Potable	Inventario Hídrico
Red de Medía Tensión	Red Hidrográfica
Red de Alcantarillado	Zonas de Riesgo
	Área y Bosque Protector
	Pendientes <= 30%

Tabla 12. Criterios Modelo 1

#### 5.1.1.2 Modelo 2

FACTORES (Cercanía)	LIMITANTES (Lejanía)
Vías	Asentamientos Humanos
Red de Agua Potable	Inventario Hídrico
Red de Medía Tensión	Ríos Principales
Red de Alcantarillado	Zonas de Riesgo
	Área y Bosque Protector
	Pendientes <= 30%

Tabla 13. Criterios Modelo 2

#### 5.1.1.3 Modelo 3

FACTORES (Cercanía)	LIMITANTES (Lejanía)
Vías	Asentamientos Humanos



<b>Red de Agua Potable</b>	Inventario Hídrico
<b>Red de Medía Tensión</b>	Ríos Principales
<b>Red de Alcantarillado</b>	Zonas de Riesgo
	Pane
	Pendientes <= 30%

**Tabla 14. Criterios Modelo 3**

**5.1.1.4 Modelo 4**

<b>FACTORES (Cercanía)</b>	<b>LIMITANTES (Lejanía)</b>
<b>Vías</b>	Asentamientos Humanos
<b>Red de Agua Potable</b>	Inventario Hídrico
<b>Red de Medía Tensión</b>	Ríos Principales
<b>Red de Alcantarillado</b>	Zonas de Riesgo
	Pane
	Pendientes <= 50%

**Tabla 15. Criterios Modelo 4**

## **6 RESULTADOS**

Mediante el software Arcgis, se aplicó una reclasificación de los resultados de la imagen, en el cual se definió las siguientes zonas de acuerdo a los rangos establecidos en el IDRISI.

<b>RANGOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>0 – 91</b>	No Apto
<b>92 – 127</b>	Medio Apto
<b>128 – 255</b>	Apto

**Tabla 16. Rangos para clasificación de ráster**

### 6.1.1 Modelo 1

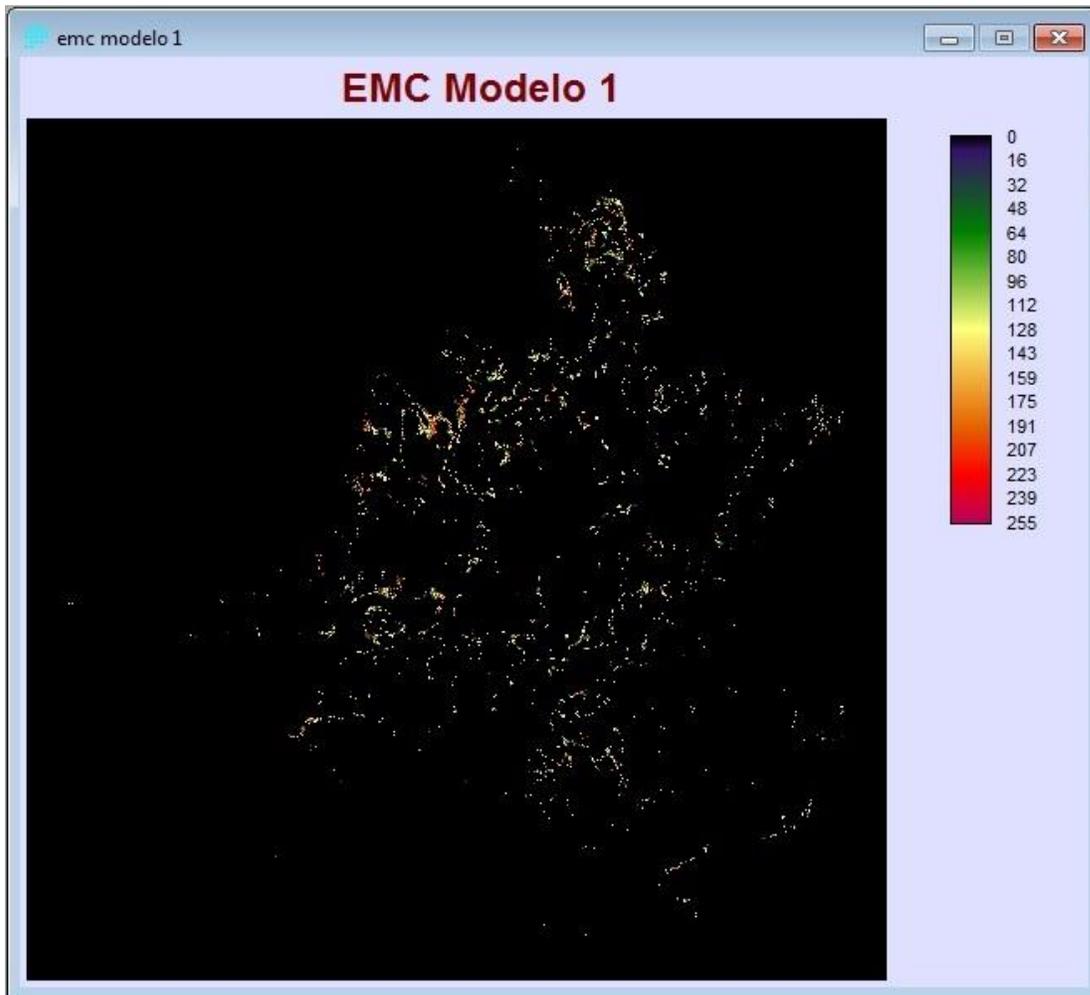
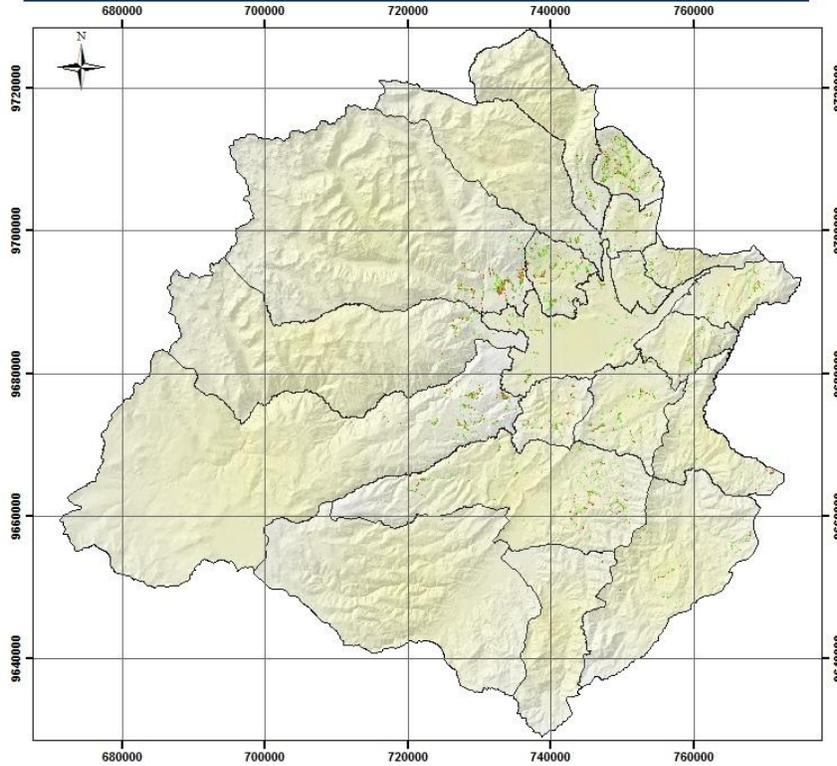


Figura 26. Resultado Modelo 1 - Idrisi

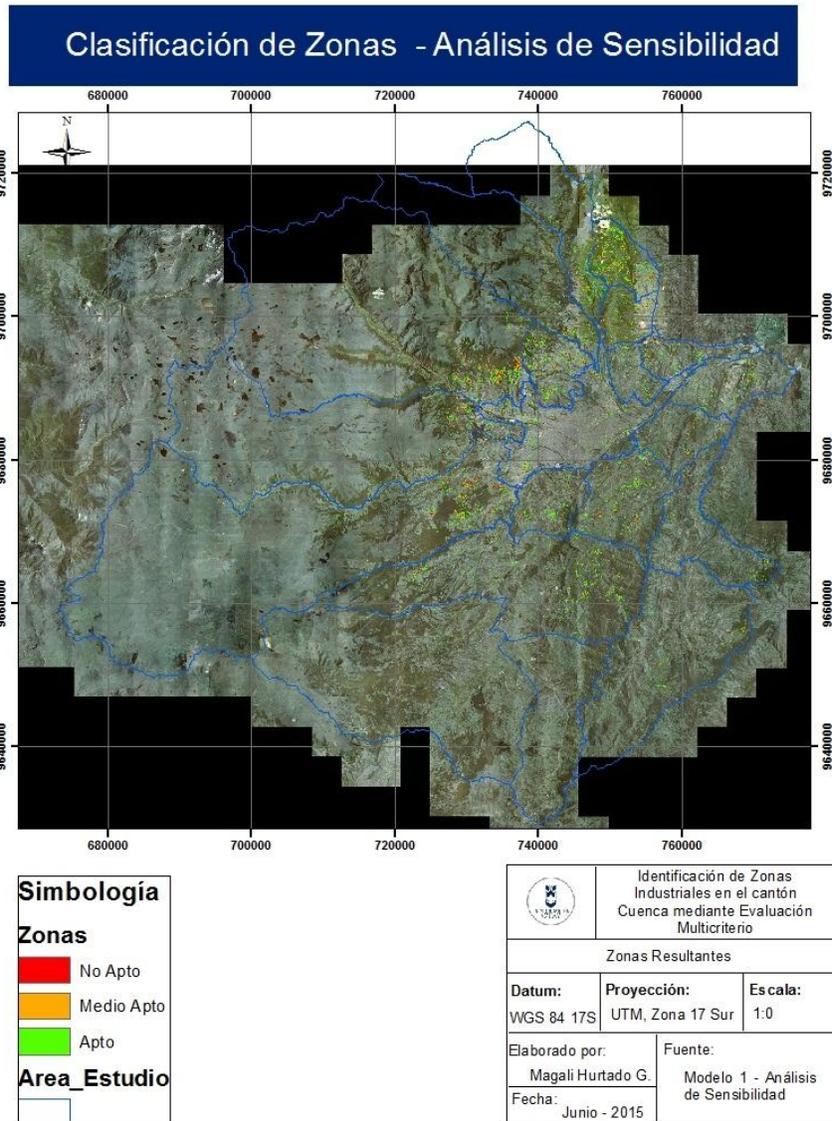
## Clasificación de Zonas - Modelo N° 1



<b>Simbología</b>	
<b>Zonas Modelo 1</b>	
	No Apto
	Medio Apto
	Apto
	Area_Estudio

 Identificación de Zonas Industriales en el cantón Cuenca mediante Evaluación Multicriterio		
Variables para el análisis Multicriterio		
<b>Datum:</b> WGS 84 17S	<b>Proyección:</b> UTM, Zona 17 Sur	<b>Escala:</b> 1:0
<b>Elaborado por:</b> Magali Hurtado G.		<b>Fuente:</b> MODELO N° 1
<b>Fecha:</b> Junio - 2015		

**Figura 27. Resultado Modelo 1 -ARCGIS**



**Figura 28. Resultado Modelo 1 – Imagen Satelital**

El tamaño de cada una de las áreas es el siguiente:

TIPO ZONA	DE	ÁREA m <sup>2</sup>	ÁREA ha
<b>No Apto</b>		4'117.400	411,74
<b>Medio Apto</b>		993.500	99,35
<b>Apto</b>		14'522.700	1.452,27

**Tabla 17. Cálculo de Áreas Modelo 1**

### 6.1.2 Modelo 2

Para este modelo se realiza una modificación, ya que se elimina la Red Hidrográfica y se evalúa con los Ríos Principales, como se demuestra en las siguientes figuras:

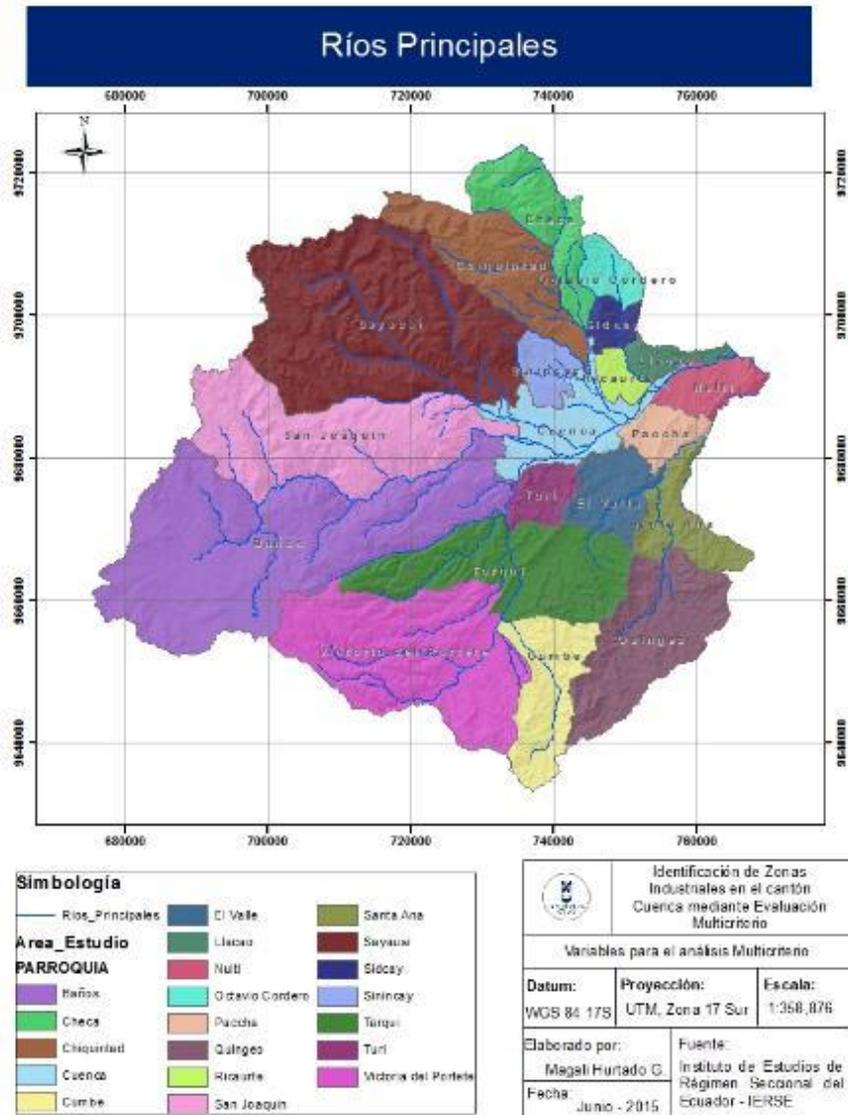
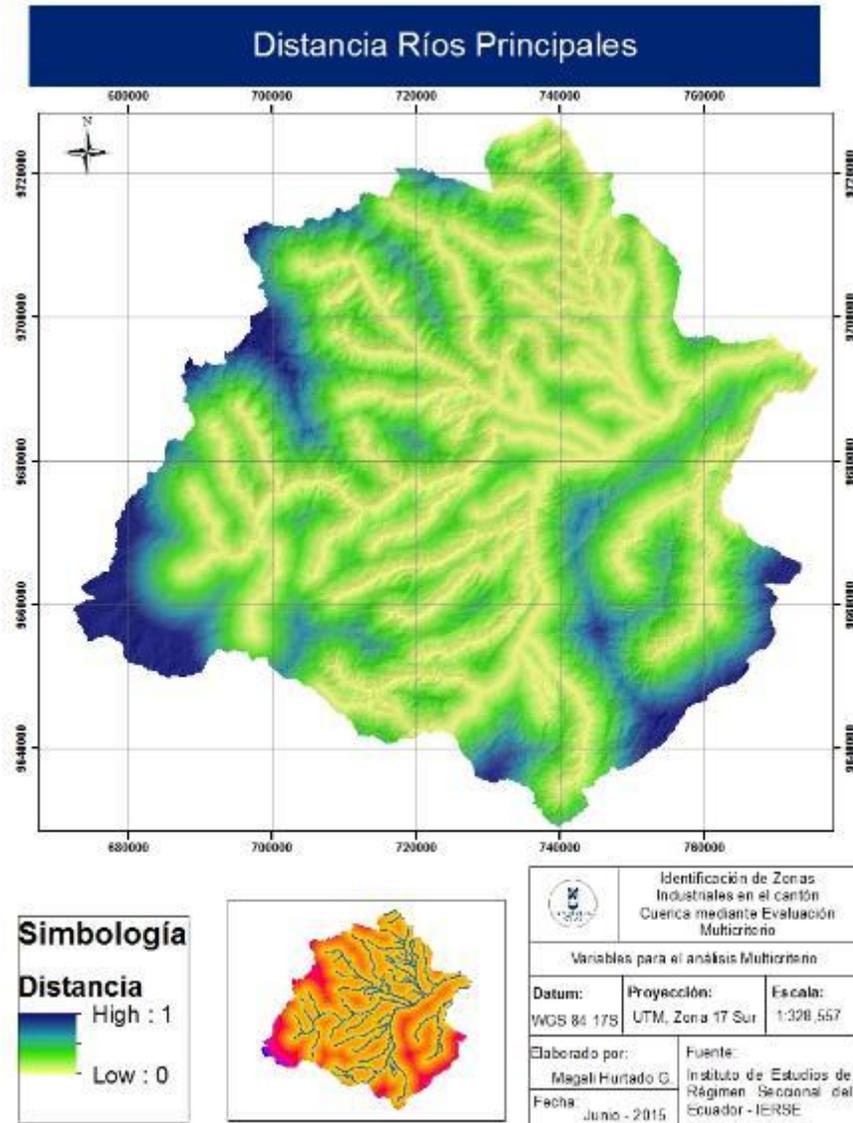


Figura 29. Ríos Principales



**Figura 30. Distancia Ríos Principales**

Con este cambio, se obtiene el siguiente modelo:

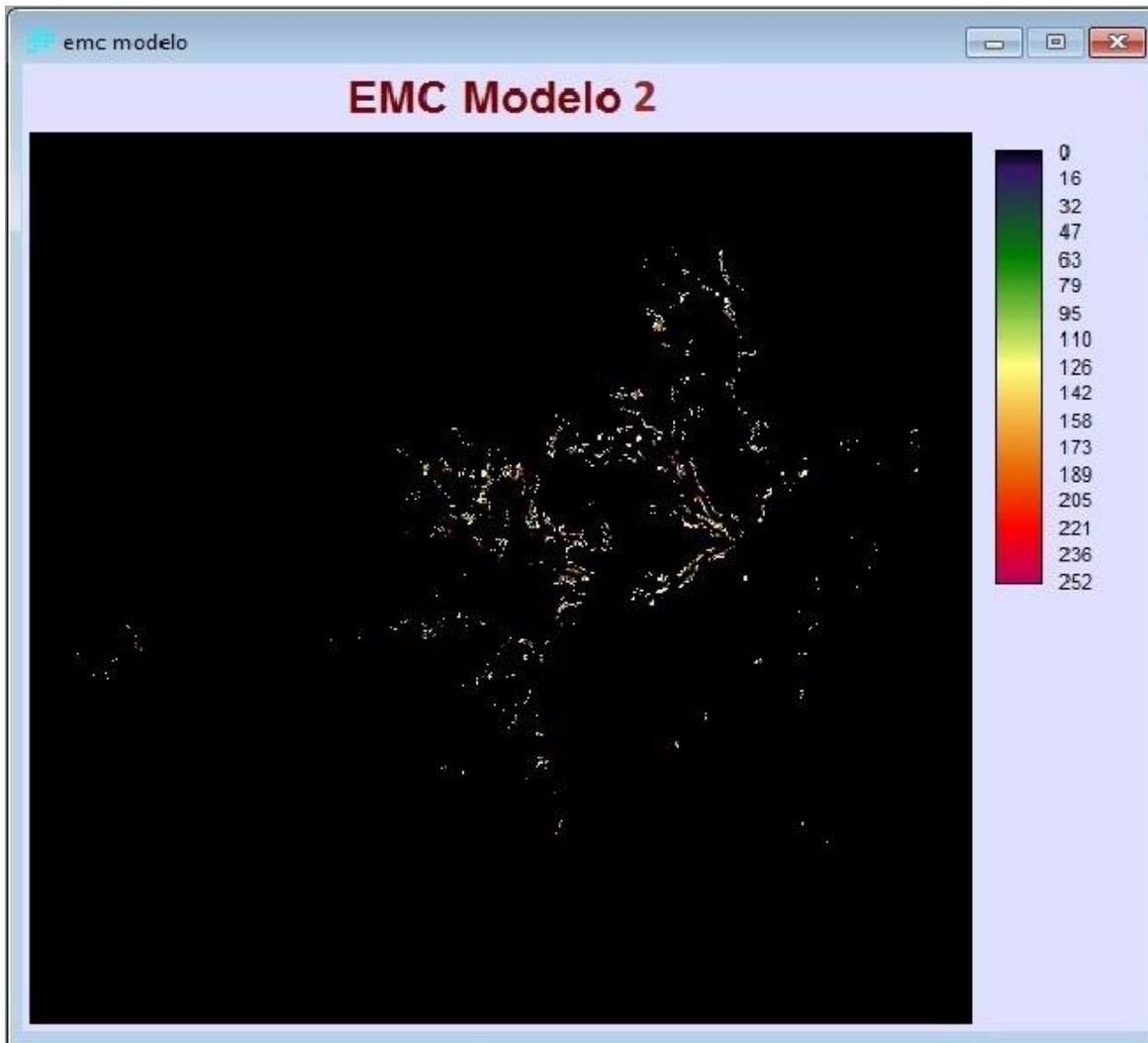
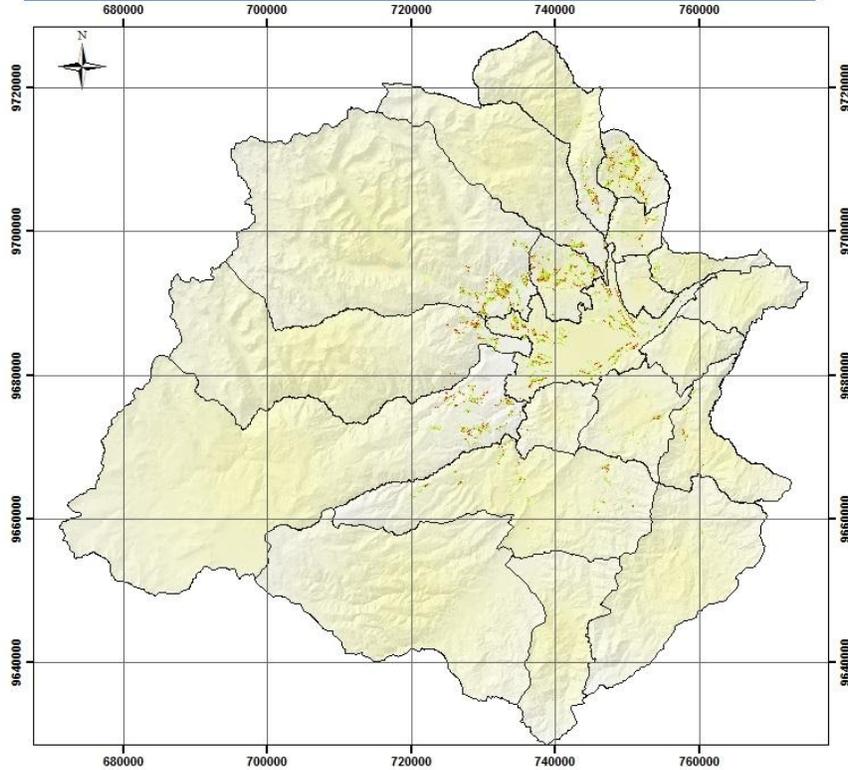


Figura 31. Resultado Modelo 2 - Idrisi

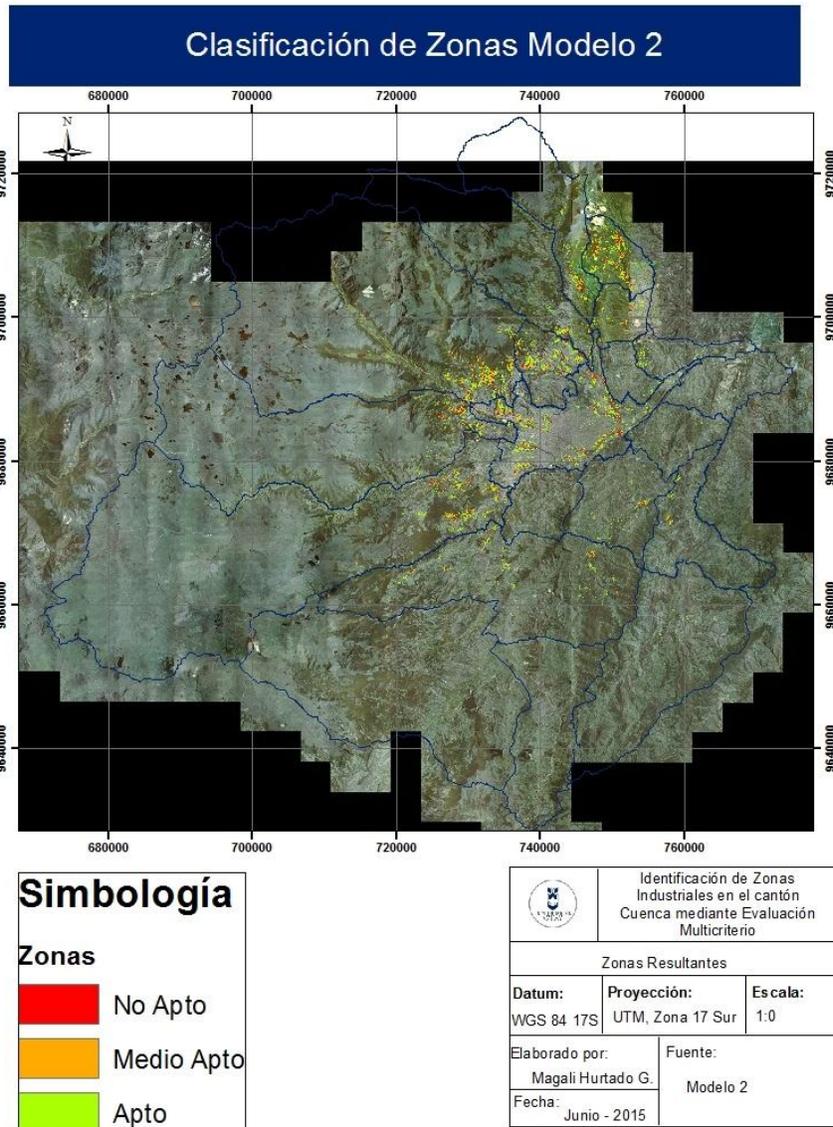
## Clasificación de Zonas Modelo 2



Simbología	
<b>Zonas</b>	
	No Apto
	Medio Apto
	Apto
<b>Area_Estudio</b>	

 Identificación de Zonas Industriales en el cantón Cuenca mediante Evaluación Multicriterio		
Zonas Resultantes		
<b>Datum:</b> WGS 84 17S	<b>Proyección:</b> UTM, Zona 17 Sur	<b>Es cala:</b> 1:0
<b>Elaborado por:</b> Magali Hurtado G.		<b>Fuente:</b> Modelo 2
<b>Fecha:</b> Junio - 2015		

**Figura 32. Resultado Modelo 2 - Arcgis**



**Figura 33. Resultado Modelo 2 – Imagen Satelital**

El tamaño de cada una de las áreas es el siguiente:

TIPO ZONA	DE	ÁREA m <sup>2</sup>	ÁREA ha
No Apto		5'305.600	530,56
Medio Apto		1'393.000	139,30
Apto		16'664.900	1.666,49

**Tabla 18. Cálculo de Áreas Modelo 2**

### 6.1.3 Modelo 3

En este modelo, además de la modificación que se propuso en el modelo 2, se consideran únicamente las áreas protegidas en el Subsistema Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), donde se establece el Parque Nacional El Cajas y Quimsacocho.

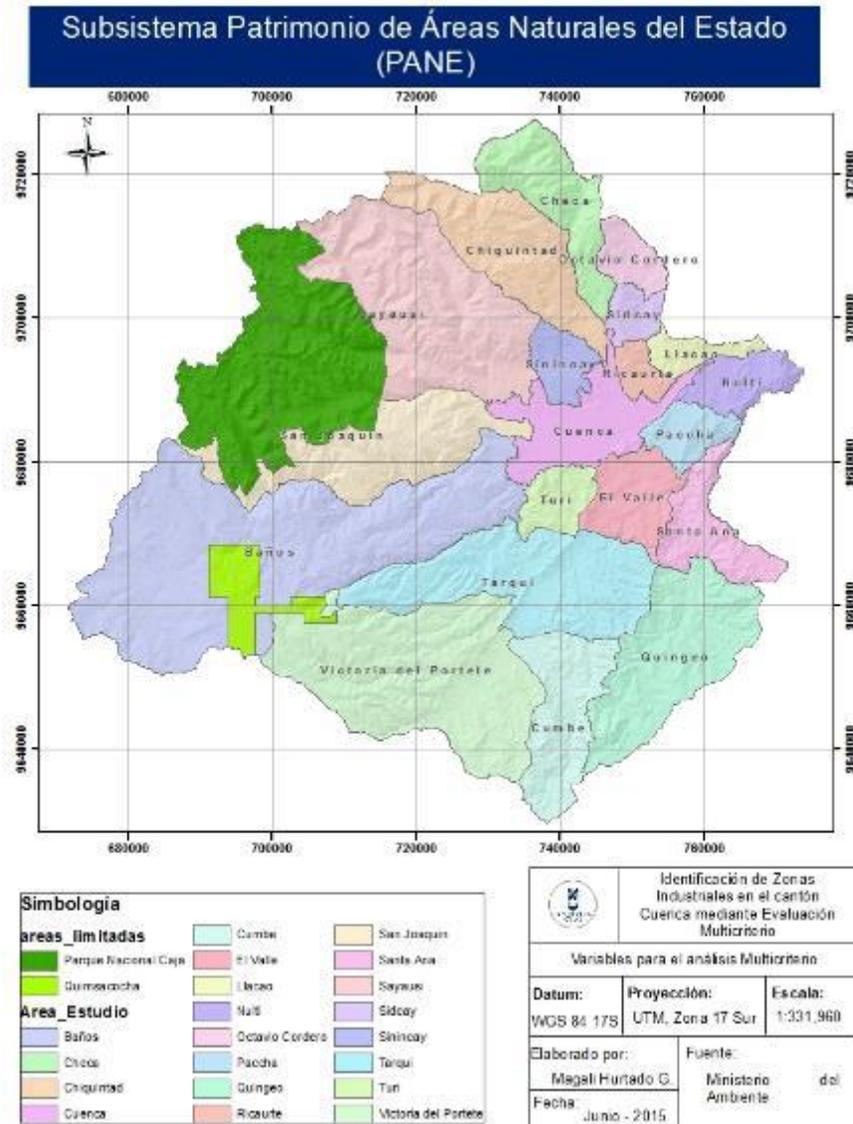
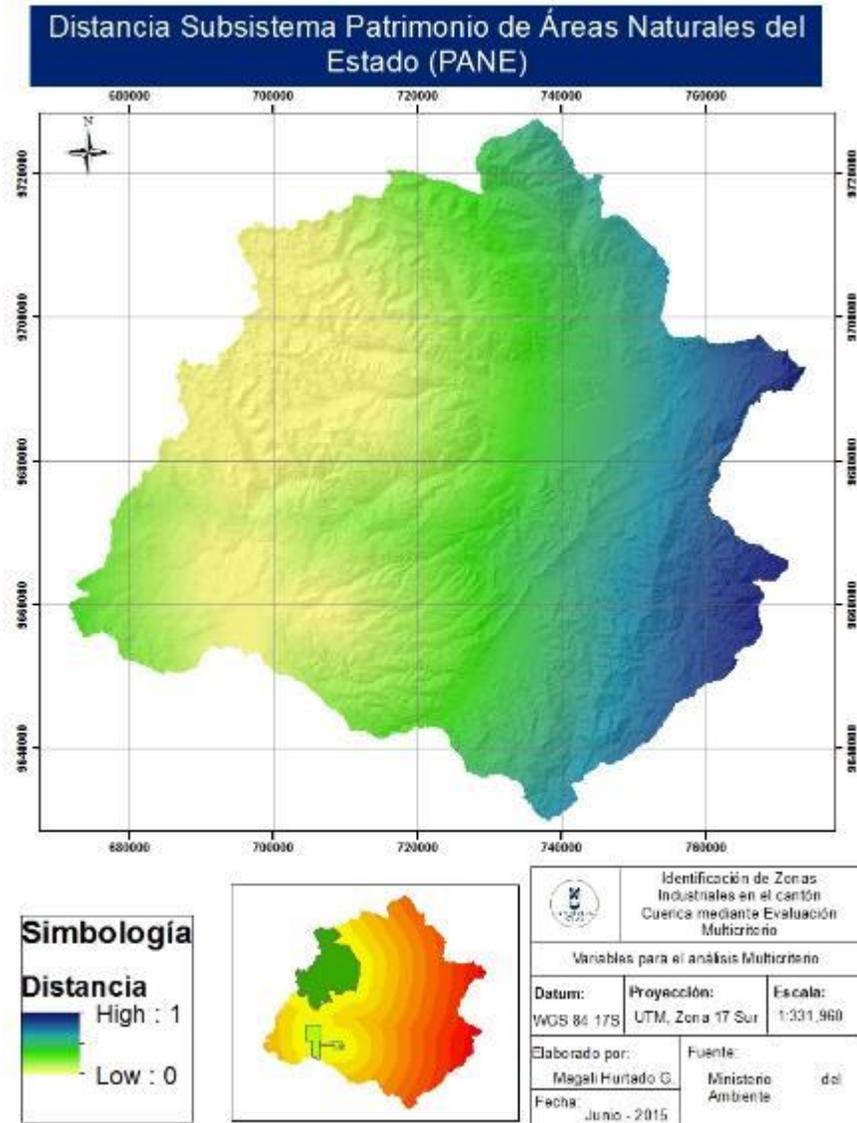


Figura 34. Subsistema Patrimonio de áreas naturales del estado (PANE)



**Figura 35. Distancia Subsistema Patrimonio de áreas naturales del estado (PANE)**

Con este cambio, se obtiene el siguiente modelo:

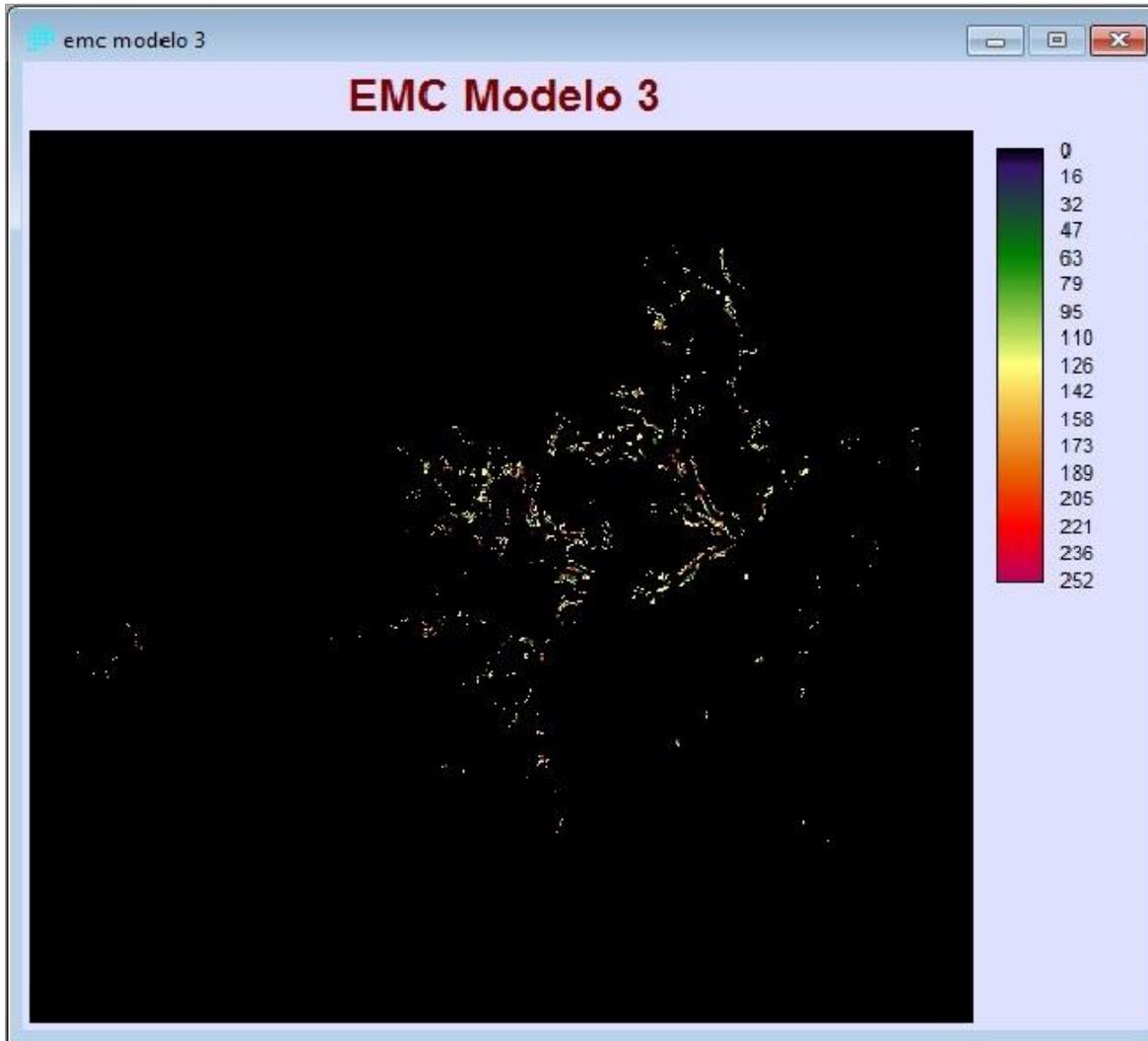
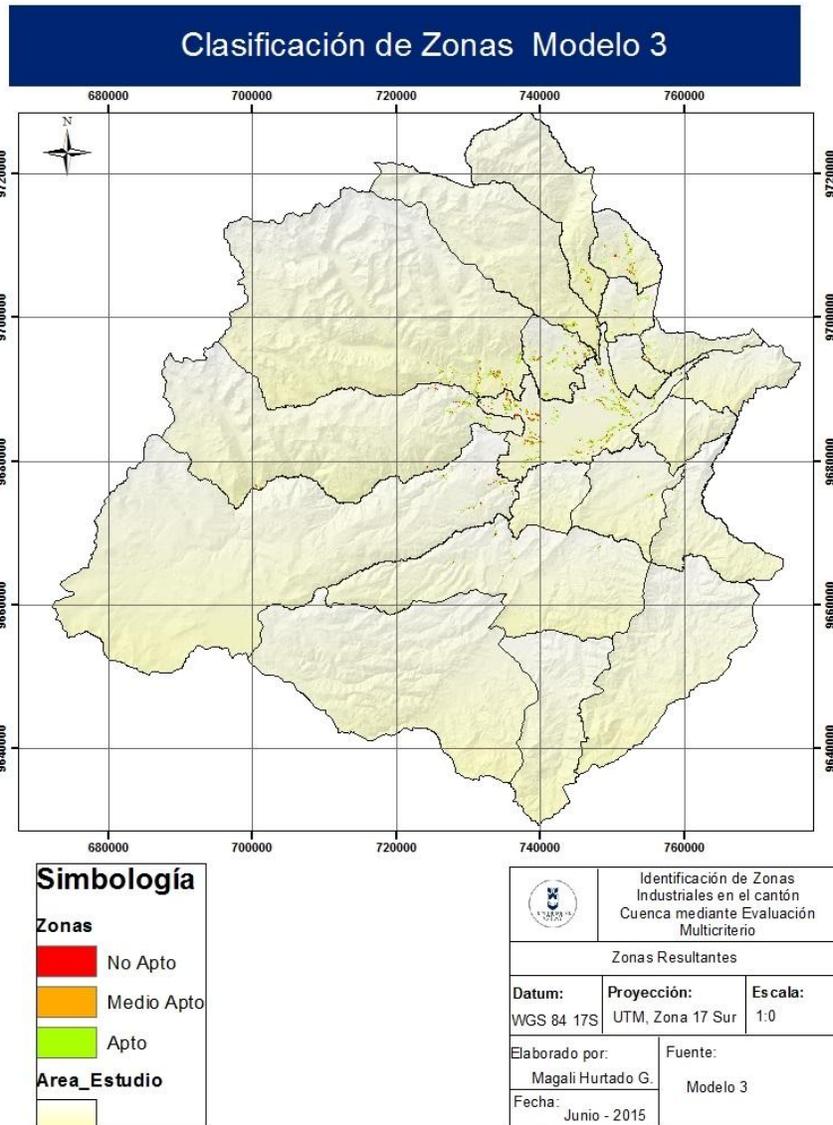
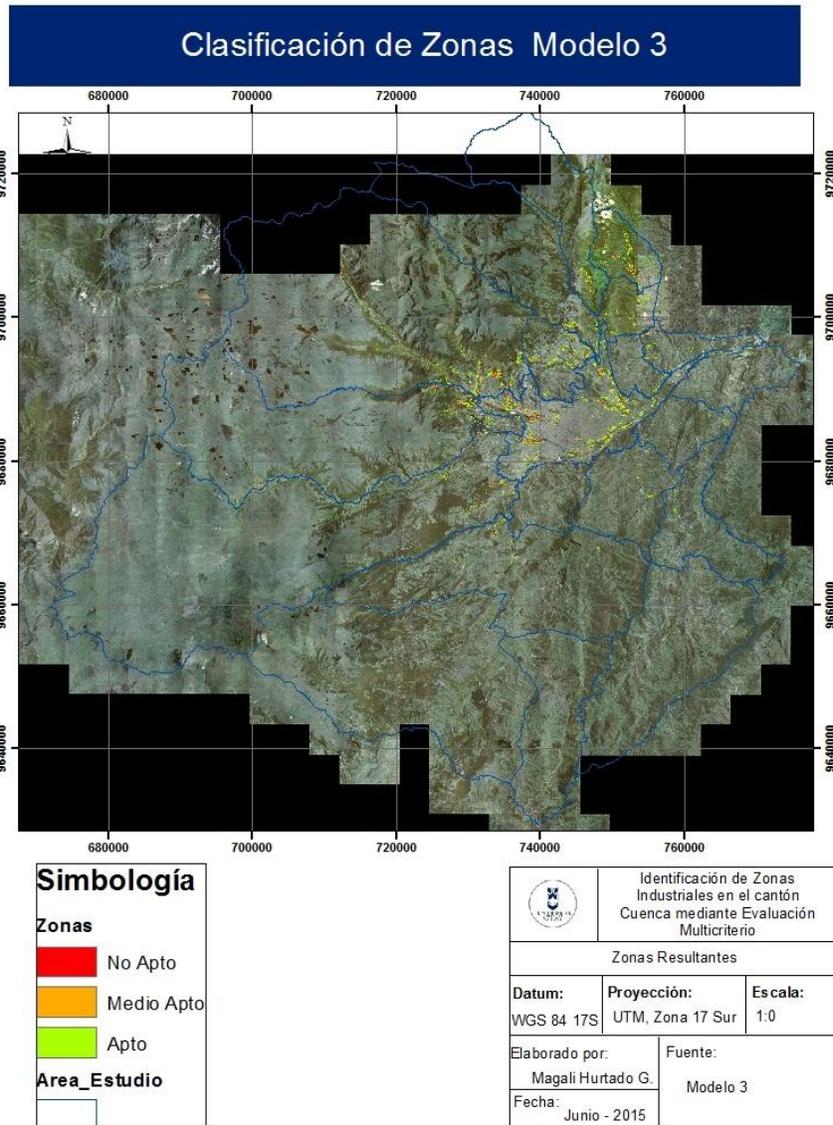


Figura 36. Resultado Modelo 3 - Idrisi



**Figura 37. Resultado Modelo 3 - Arcgis**



**Figura 38. Resultado Modelo 3 – Imagen Satelital**

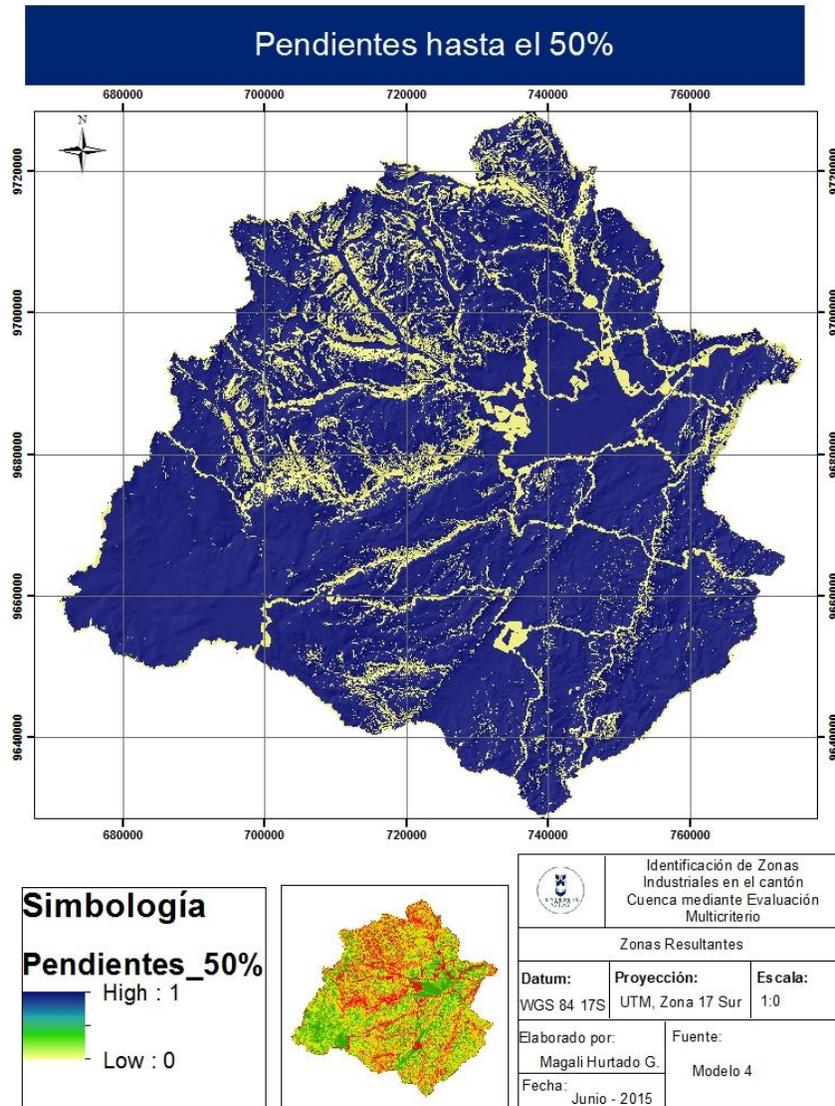
El tamaño de cada una de las áreas es el siguiente:

TIPO ZONA	DE	ÁREA m <sup>2</sup>	ÁREA ha
<b>No Apto</b>		2'643.400	264,34
<b>Medio Apto</b>		542.800	54,28
<b>Apto</b>		9'536.700	953,67

**Tabla 19. Cálculo de Áreas Modelo 3**

### 6.1.4 Modelo 4

Para el modelo número 4, además de la modificación que se propuso en el modelo 3, se tomó en consideración los terrenos con una pendiente hasta el 50%, lo cual nos estableció lo siguiente



**Figura 39. Pendientes hasta el 50%**

Con esta propuesta, se obtiene el siguiente modelo:

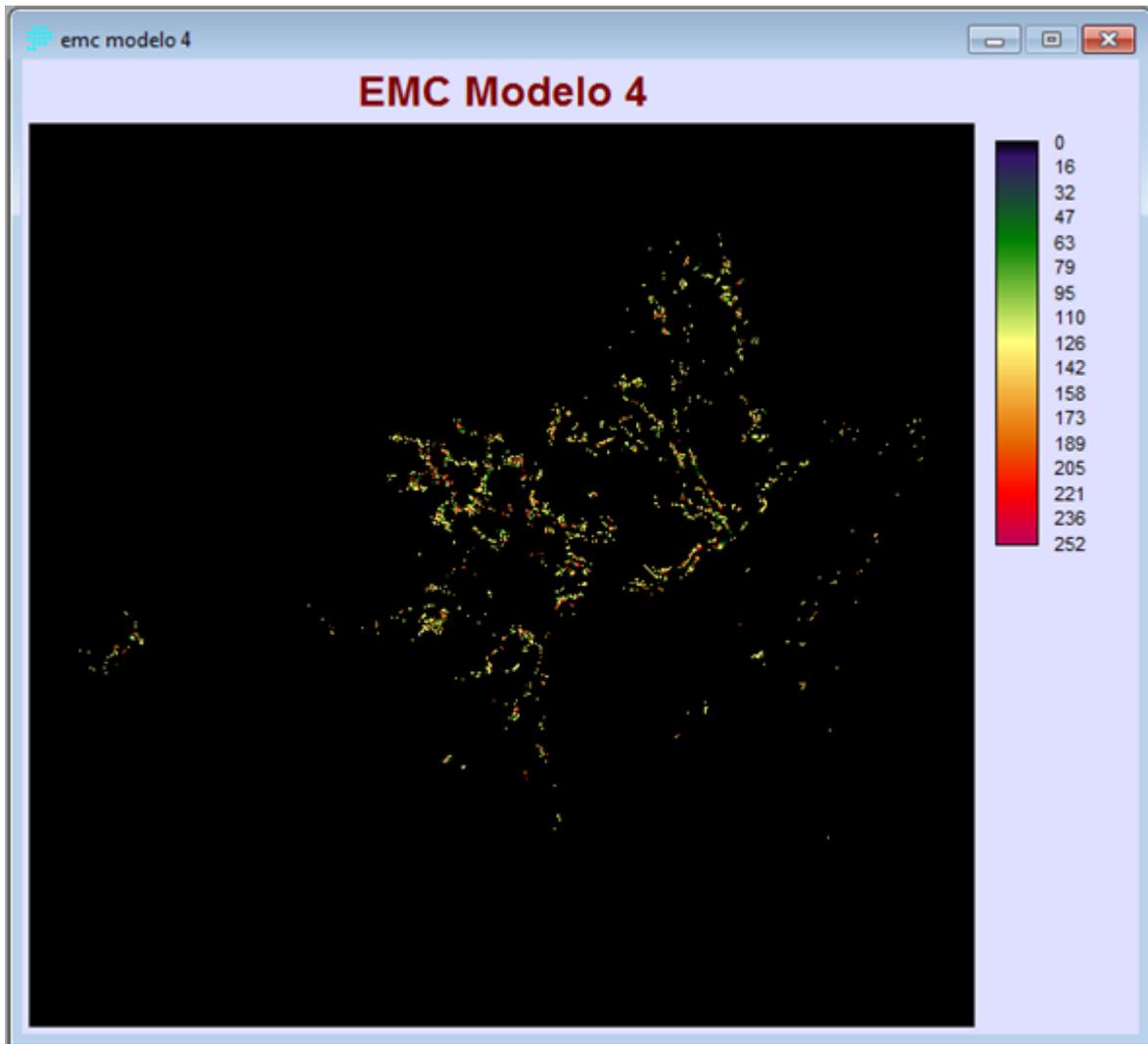
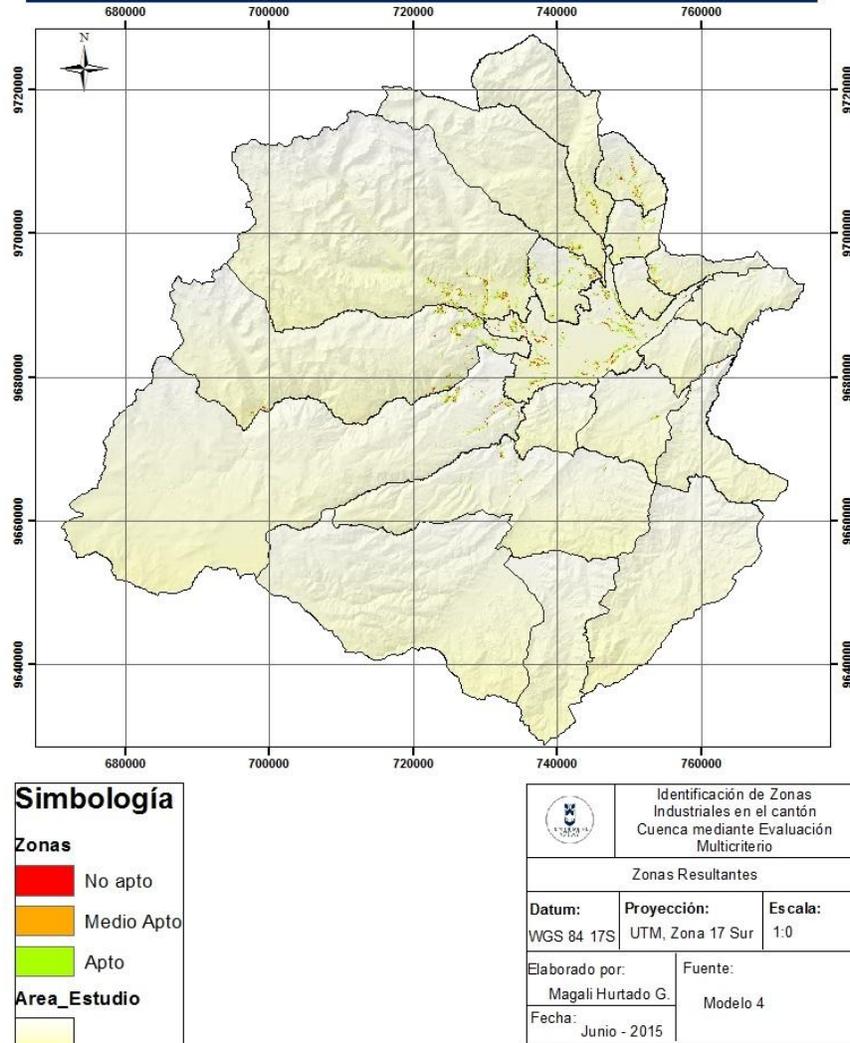
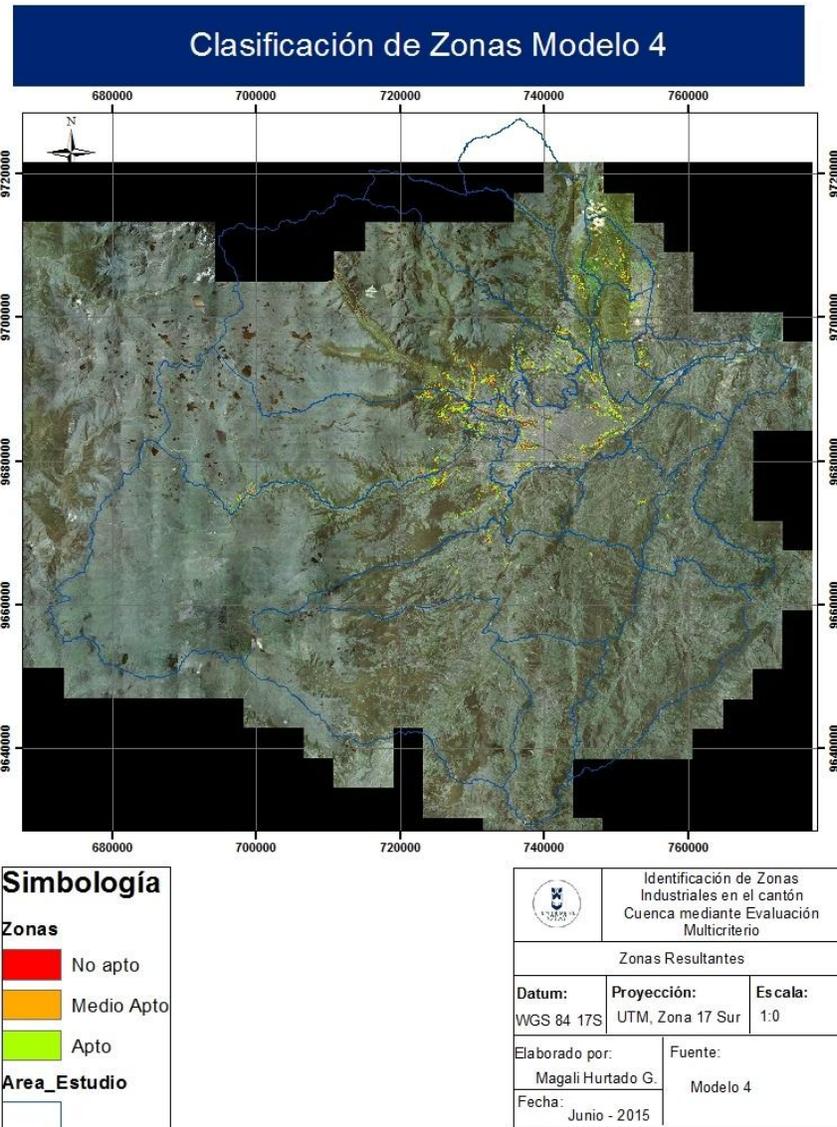


Figura 40. Resultado Modelo 4 - Idrisi

## Clasificación de Zonas Modelo 4



**Figura 41. Resultado Modelo 4 - Arcgis**



**Figura 42. Resultado Modelo 4 – Imagen Satelital**

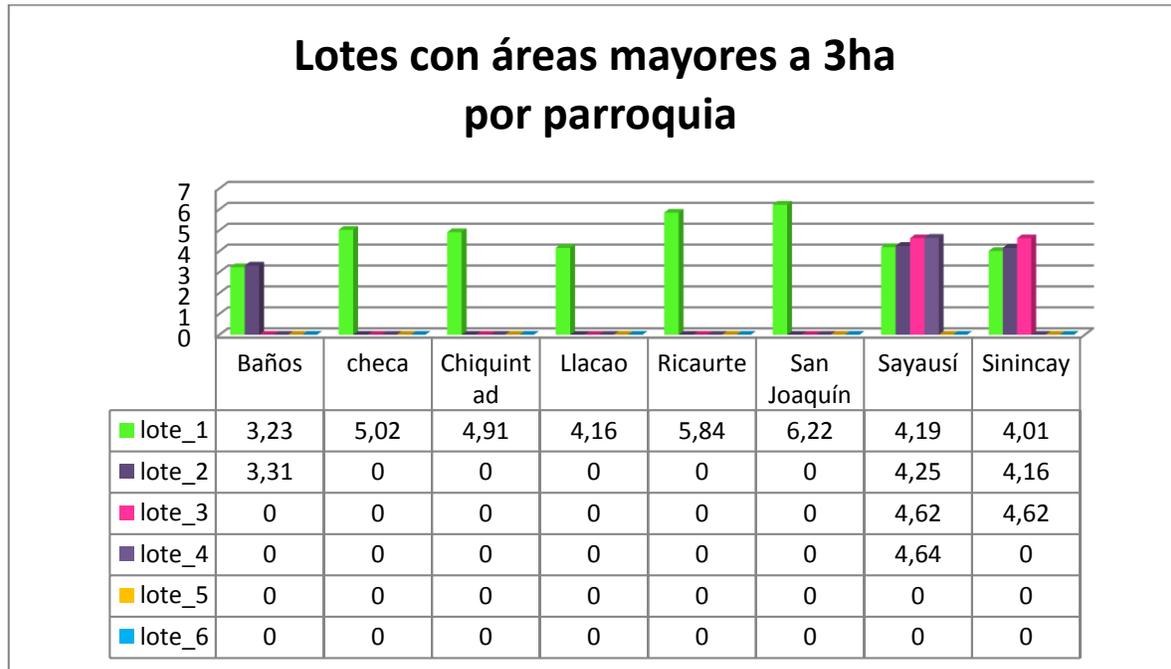
El tamaño de cada una de las áreas es el siguiente:

TIPO ZONA	DE	ÁREA m <sup>2</sup>	ÁREA ha
<b>No Apto</b>		3'645.900	364,59
<b>Medio Apto</b>		768.300	76.83
<b>Apto</b>		13'136.700	1313,67

**Tabla 20. Cálculo de Áreas Modelo 4**

Se determinó que en el modelo 1 a pesar de tener menos hectáreas y contar con restricciones más estrictas que en los otros modelos, este tiene una mejor distribución en el territorio.

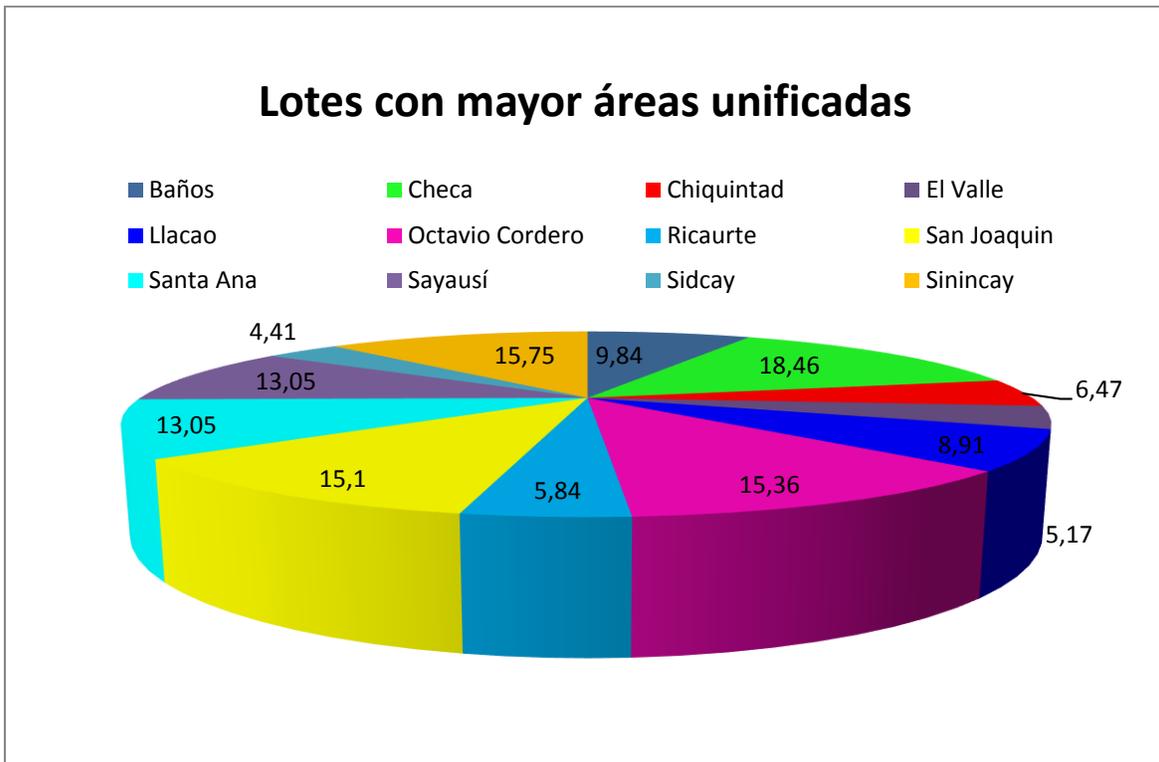
De los resultados obtenidos del modelo 1, se establece el tamaño de lotes de manera individual, donde estos van desde los 0.1 ha hasta 6.22 ha.



**Figura 43. Lotes con áreas mayores a 3ha por parroquia**

Al no existir un solo lote con un tamaño lo suficientemente grande, se establece la unificación de lotes, con el propósito de contar con uno de mayor amplitud.

Luego de realizar este ejercicio se identifican al menos 6 lotes con una superficie mayor a diez hectáreas, localizados en diferentes parroquias.



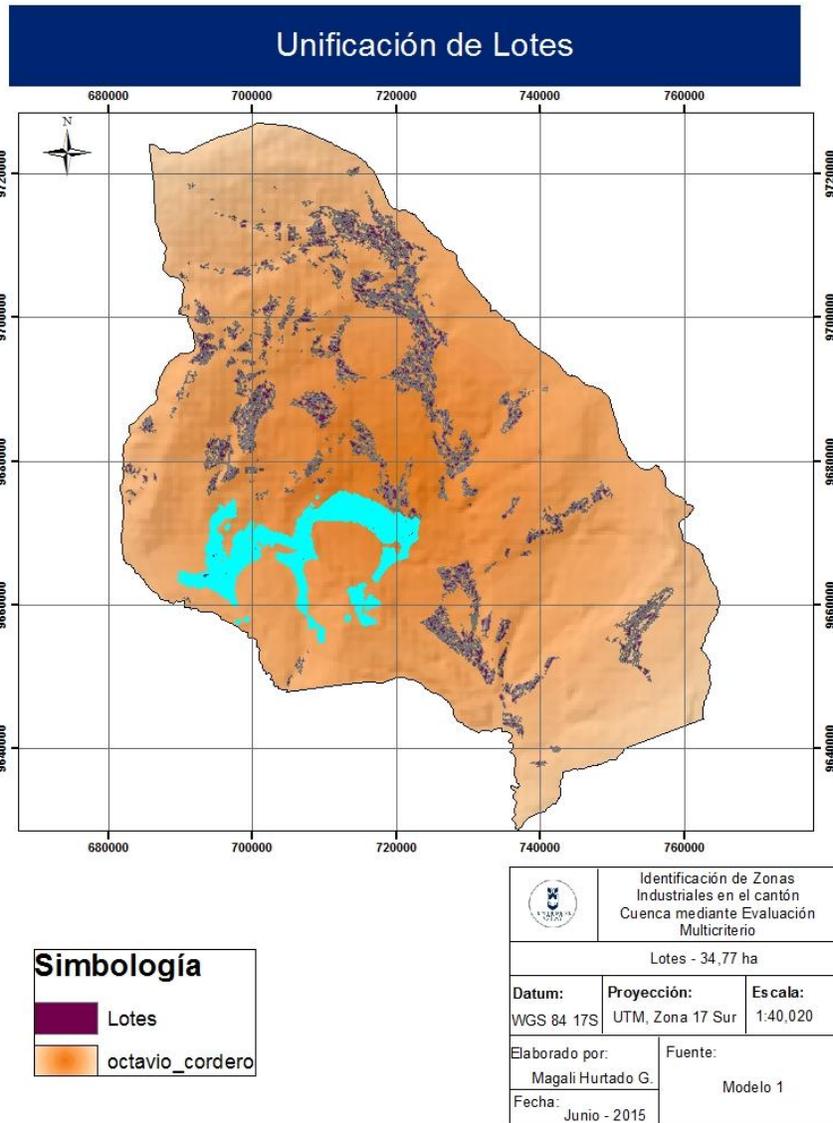
**Figura 44. Áreas de lotes unificados por parroquia**

Según el Plan de Ordenamiento Territorial elaborado en el 2011, se determina que la parroquia de Sinincay, Sayausi, y Octavio Cordero fueron determinados en la propuesta de reserva de suelo industrial, existiendo una casualidad con las zonas determinadas en esta investigación.

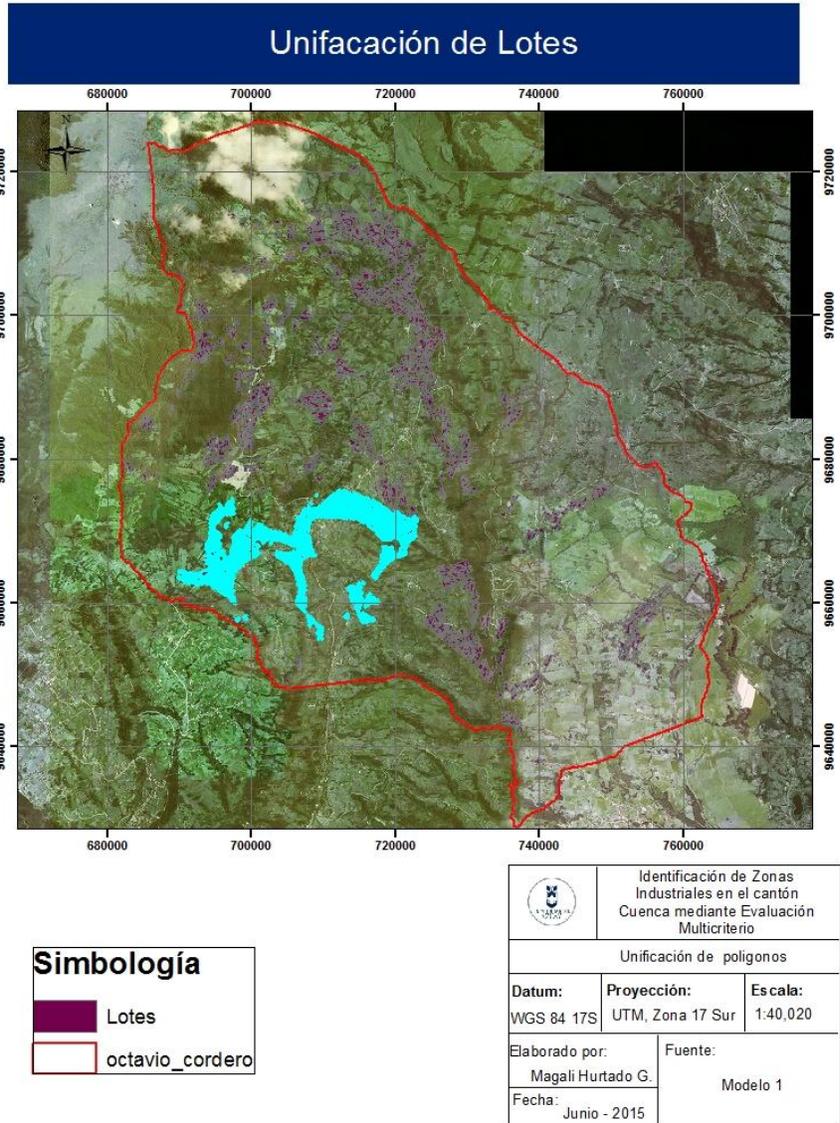
En la parroquia Octavio Cordero, el lote que cuenta con un área de 15.36 ha, apenas representa un 20,48% del espacio que hoy tiene el parque industrial. Ver Figura 45. Unificación de Lotes

De la unificación de un sector donde se encuentran varios lotes contiguos, se identifica un terreno con un área de 34.77 ha, con una representación de 46.36% del parque industrial.

Es así, que con estos resultados se puede analizar la implantación de zonas industriales bajo el modelo de polígonos, es decir donde se concentran un determinado número de empresas industriales, las cuales pueden compartir recursos y servicios, ya que la implantación de un parque industrial grande no es viable en el Cantón debido a la falta de espacio físico.



**Figura 45. Unificación de Lotes**



**Figura 46. Unificación de Lotes - Imagen Satelital**

## 7 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

“Su misión es comprobar la estabilidad del modelo, examinando la variación que se produce en los resultados, cuando se realizan variaciones sistemáticas en un rango de interés sobre uno o varios parámetros de entrada. Los resultados nos indicarán qué partes del modelo habrá que seguir perfeccionando en las siguientes versiones del mismo.” (Gómez Delgado M, Barredo J)

En definitiva, podemos decir que esto contribuye a dar mayor estabilidad al modelo generado, pues aportan información sobre la vulnerabilidad del mismo ante la variación de determinados parámetros.

Para esto se propone una nueva ponderación de los criterios, como se visualiza a continuación:

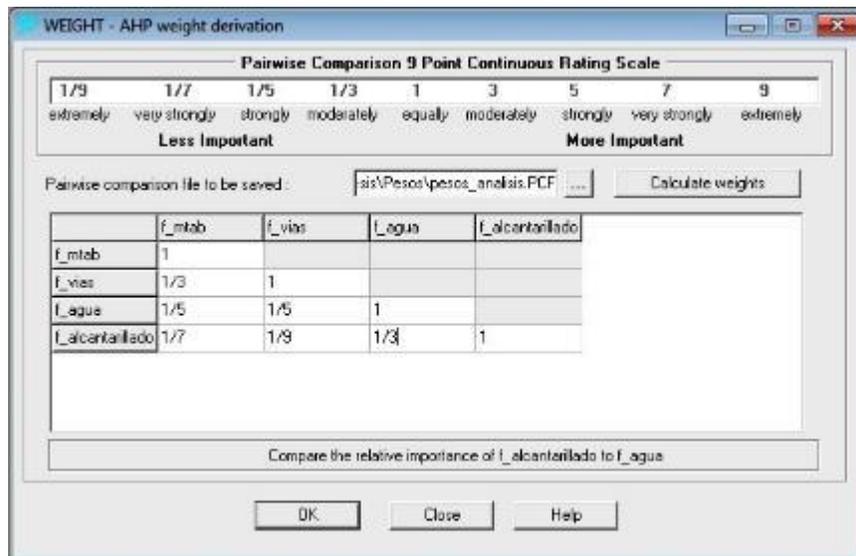


Figura 47. Ponderación de factores

Para cada uno de los factores, se obtuvo los siguientes pesos:

FACTORES	PESOS
Energía Eléctrica	0.5386
Vías	0.3230
Agua Potable	0.0940
Alcantarillado	0.0444

Tabla 21. Cálculo de Pesos – Análisis de Sensibilidad

Con un radio de consistencia de 0.09 el cual es aceptable.



Aplicando la metodología de Evaluación Multicriterio, con los nuevos pesos, se tiene:

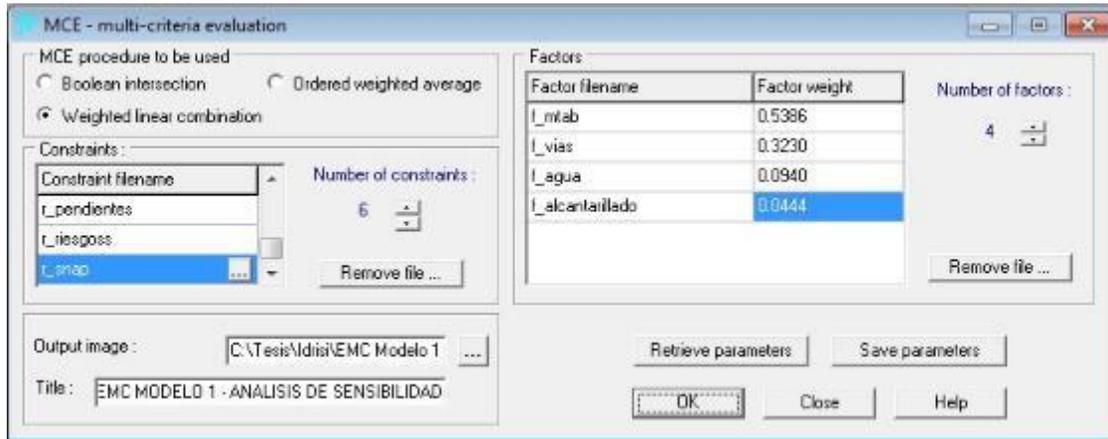


Figura 48. Evaluación Multicriterio

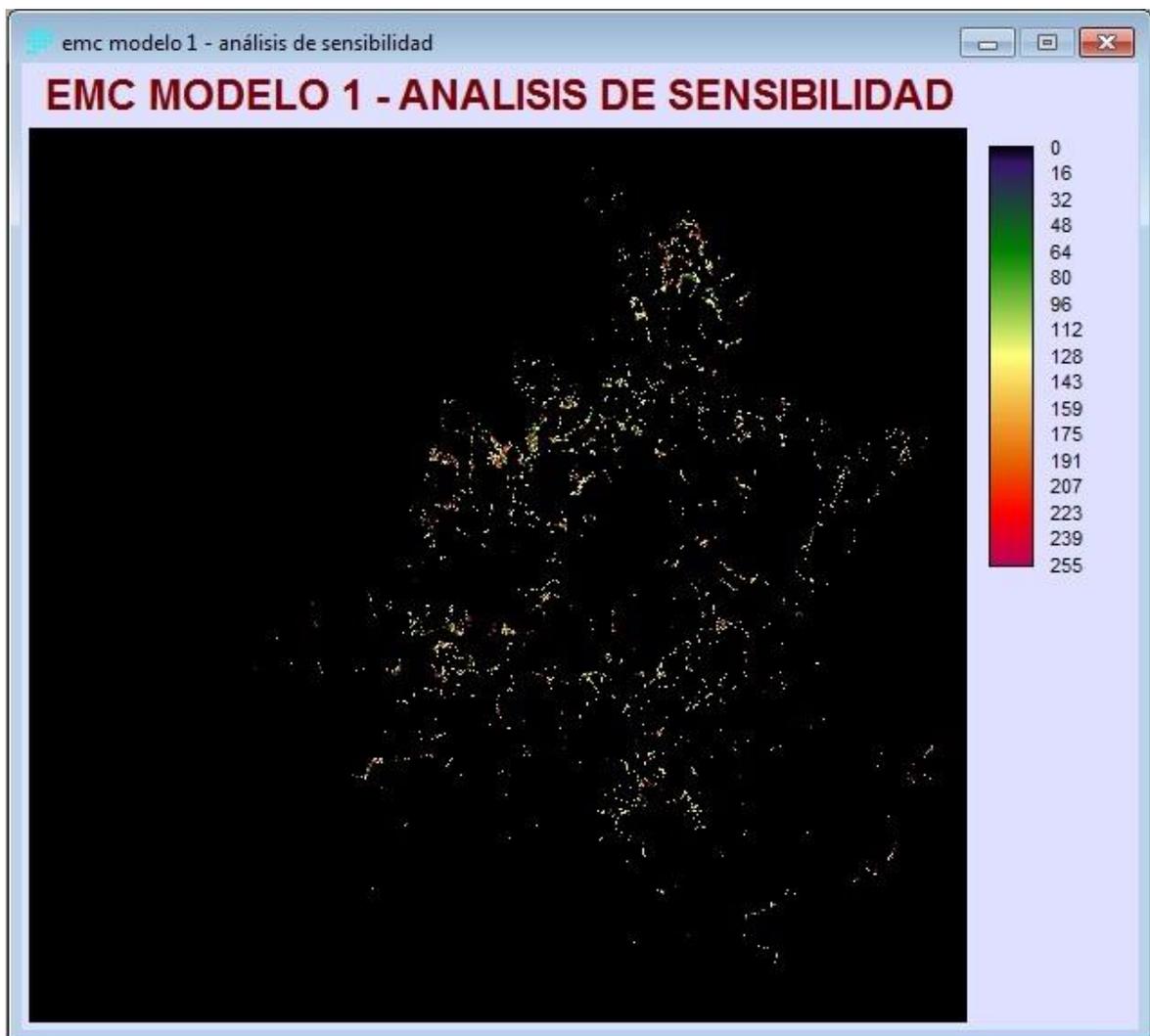


Figura 49. Resultado Modelo 1 – Idrisi – Análisis de Sensibilidad

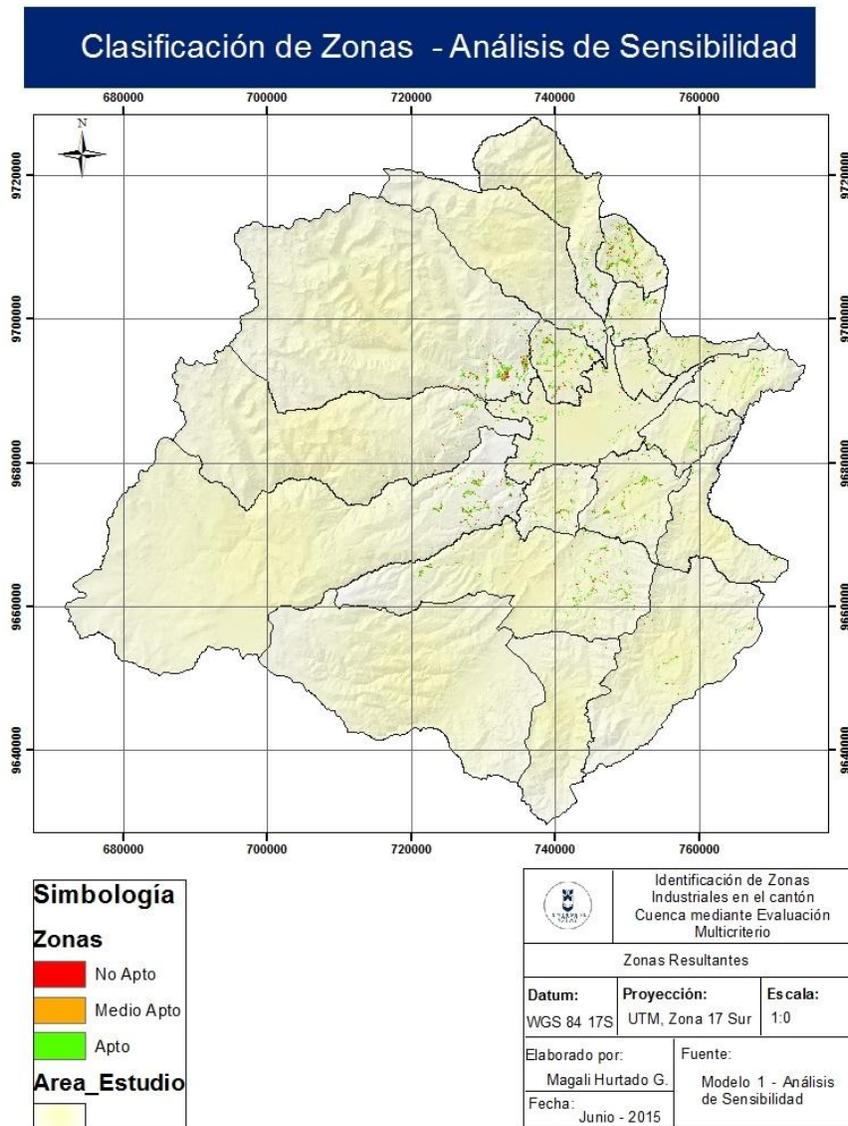
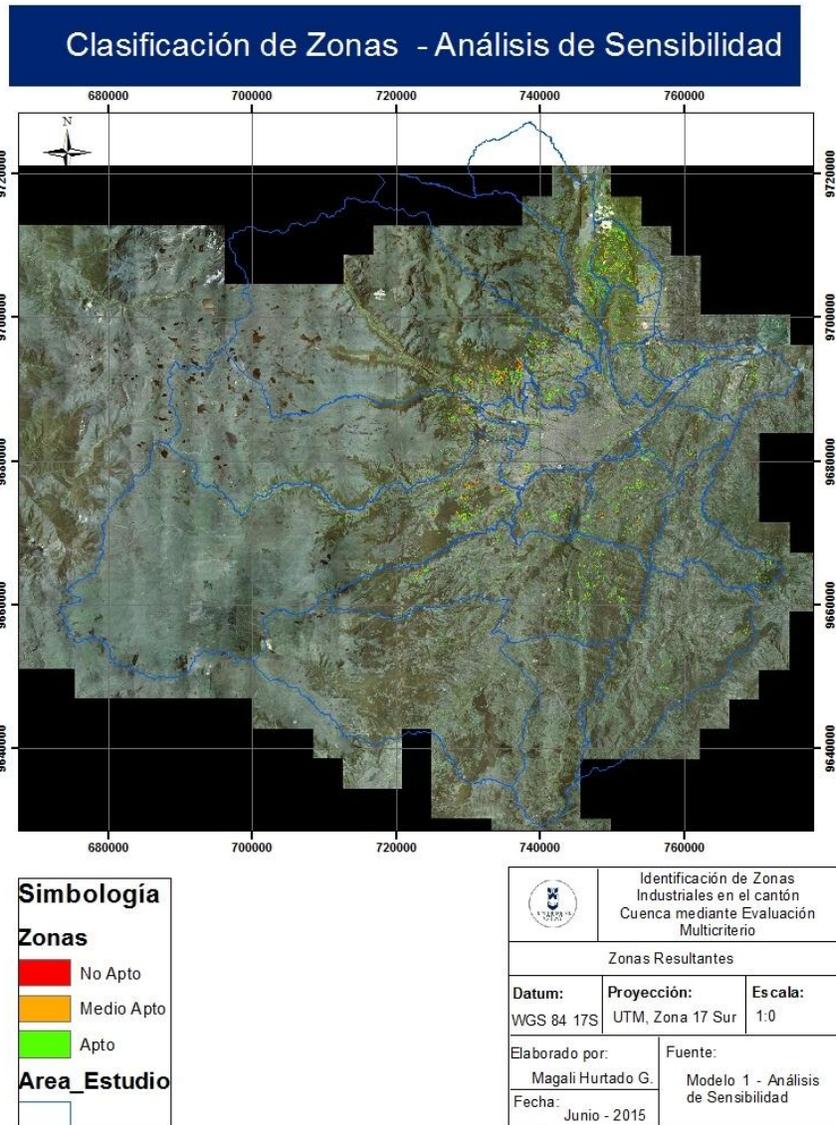


Figura 50. Resultado Modelo 1 – Arcgis – Análisis de Sensibilidad



**Figura 51. Resultado Modelo 1 – Imagen Satelital – Análisis de Sensibilidad**

La extensión de cada una de las áreas es el siguiente:

TIPO ZONA	DE	ÁREA m <sup>2</sup>	ÁREA ha
<b>No Apto</b>		4'148.800	414,88
<b>Medio Apto</b>		987.400	98,74
<b>Apto</b>		14'578.300	1457.83

**Tabla 22. Cálculo de Áreas Modelo 1- Análisis de Sensibilidad**



Analizando con las áreas obtenidas en el modelo número 1, podemos ver que existe una ligera variación, por lo cual se podría determinar que el modelo es estable.

TIPO DE ZONA	Modelo 1	Modelo 1 – Análisis Sensibilidad	Diferencia
<b>No Apto</b>	411,74	414,88	3.14
<b>Medio Apto</b>	99,35	98,74	-0.61
<b>Apto</b>	1.452,27	1457.83	5.56

**Tabla 23. Diferencias de Áreas**

## 8 CONCLUSIONES

A pesar de haber localizado varios lugares en los cuales se han encontrado zonas aptas, con una extensión mayor o igual a 10ha, se ve que no hay un territorio totalmente óptimo, debido a que las mismas se encuentran dispersas, además de que se están entremezcladas con territorio no apto o medio apto.

Además, existen zonas en las cuales realmente no hay la posibilidad de implantar una nueva zona industrial de gran tamaño, debido a la dimensión del terreno identificado, sin embargo los polígonos industriales es un concepto que se lo podría aplicar en las zonas identificadas.

Luego de haber generado 4 escenarios, en los cuales se han expuestos algunas variaciones en las restricciones, vemos que hay una ligera diferencia en la extensión de las zonas en cada una de las parroquias que forman parte del área de estudio, pero en sí no hay una diferencia considerable.

Analizando los resultados se ve que el modelo número uno, es el más apropiado además de que las restricciones son más robustas en comparación con los otros tres modelos, según las áreas resultantes tenemos que tanto en las parroquias Checa, Sinincay y la parroquia Octavio Cordero Palacios se podrían emplazar el nuevo sector industrial.

Se obtuvo áreas de las zonas aptas en forma individual y por lotes, donde se determinó que existen predios que van desde las 0.1 ha hasta el lote más grande que es de 6.22 ha, lo cual no satisface para la implantación de un nuevo sector industrial.

Se unificó lotes contiguos para mejorar su área, dando como resultado varios lotes de un tamaño considerable ubicados en Checa, Sinincay, Octavio Cordero, San Joaquín, Santa Ana y Sayausí., con lotes de más de 10 ha.

Al valorar adicionalmente estos parámetros se concluiría que la nueva zona industrial se debería emplazar en la parroquia Octavio Cordero Checa, Sinincay, San Joaquín, Santa Ana o Sayausí



para lo cual se debería unificar algunas zonas resultantes, con la finalidad de contar con un terreno con un área adecuada. Además, de que coincide con algunos sectores identificados en el Plan de Ordenamiento Territorial 2011

Incluso se debe considerar que los productores industriales deberán contribuir en dotar a estas zonas en el mejoramiento de los servicios básicos o en la búsqueda de alternativas para estos.

Todos los resultados de este modelo permiten disponer de una primera aproximación de los resultados para implantar polígonos industriales, sin embargo es indispensable complementar con análisis de aspectos relevantes como el socio cultural y levantamiento de información primaria indispensable como la geotecnia o análisis de suelos.

## **9 RECOMENDACIONES**

Es importante tener presente que para una mejor distribución del territorio, se debería establecer una reestructuración predial por parte del GAD Municipal del cantón Cuenca.

En un análisis posterior se debe considerar que para implantar estas zonas industriales es necesaria una inversión tanto por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Cuenca así como también por parte de los promotores de las actividades productivas.

Realizar un análisis de riesgos de todo el cantón, para alimentar el modelo con información actualizada y así tener resultados más ajustados a la situación actual, ya que ahorala información de riesgos solo se dispone en la zona urbana y periurbana.

Utilizar los datos de esta investigación para construir una política de implementación de nuevas zonas industriales en el cantón, a futuro –y dependiendo de la información disponible- se pueden correr otros modelos siguiendo la misma metodología y afinar la localización de los mismos.



## 10 BIBLIOGRAFÍA

Ministerio del Ambiente, “ACUERDO NO. 061 REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA”, 2015;

Ministerio del Ambiente, “Acuerdo-Ministerial-131.pdf”;

Catálogo D E Categorización Ambiental Nacional, “ANEXO I CATALOGO DE CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL NACIONAL ( CCAN ) de Regularización Ambiental , En Función de Las Características Particulares de Estos Y de Los CATEGORÍA”, 1–87;

I Estadísticas Económicas, “ANUARIO ESTADISTICO 2013”, 1–40;

F C O Alberto and Varela García, “APLICACION DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA LA GESTION DE LAS INFRAESTRUCTURAS TERRITORIALES MEDIANTE LA ENCUESTA SOBRE INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS LOCAL (EIEL)”, 1–14;

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Universidad Nacional de Córdoba, “Ayuda de IDRISI”;

Coelgio de Economistas de Madrid Instituto Geografico Nacional, Gobierno de España, Ministerio de Fomento, “BOLETÍN DE LA REAL SOCIEDAD GEOGRÁFICA”, 2006 <<http://www.realsociedadgeografica.com>>;

Real Sociedad Geográfica, “BOLETÍN DE LA REAL SOCIEDAD GEOGRÁFICA”, 2007 <<http://www.realsociedadgeografica.com>>; Thomas L Saaty and J Wiley, “CAPÍTULO III PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO ( AHP )”, 1980;

L.M.1.2 Mendoza, J.L.1, 2; Navarro, A.1, 2; Viladevall, M. 2, 3 y Doménech, “Caracterización Y Tratamiento Térmico de Suelos Contaminados Por Mercurio”, 2005, 1077–88;

Ministerio del Ambiente, “CATALOGO DE PROYECTOS OBRAS O ACTIVIDADES.pdf”;

Análisis Territorial and Planificación D E Usos Del, “CURSO DE DOCTORADO. ANÁLISIS TERRITORIAL. PLANIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO”, 1–106;

Sancho Comins Delgado Gómez Monserrat, Sendra Bosque Joaquín, “DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DEL CRECIMIENTO URBANO MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”, 2010;



Wenseslao Plata Rocha, “DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS Y SIMULACIÓN DEL CRECIMIENTO URBANO MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. EL CASO DE LA COMUNIDAD DE MADRID.”, 2010;

Noel B Pineda Jaimes, “Dr. Noel B. Pineda Jaimes”;

GARCÍA Rosa C BOSQUE SENDRA Joaquín, “EL USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL”, 2000, 49–67;

Joaquín BOSQUE SENDRA y Rosa C. GARCÍA, “El Uso de Los Sistemas de Información Geográfica En La Planificación Territorial”, 2000, 49–67;

Saavedra J Navarro L, Herrero J, Gallardo J, “EMPLEO DE LA BIOGEOQUIMICA COMO METODO DE PROSPECCION. APLICACION A YACIMIENTOS DE SULFUROS DE LA PROVINCIA DE HUELVA (ESPAÑA)”;

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE SEVILLA UNIVERSIDAD DE SEVILLA, “ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE SEVILLA UNIVERSIDAD DE SEVILLA CAPÍTULO 4: El Método AHP”, 1990, 46–49;

Lamelas Gracia María Teresa, “ESQUEMA METODOLÓGICO PARA LA TOMA DE DECISIONES SOBRE EL USO SOSTENIBLE DEL SUELO: APLICACIÓN A LA LOCALIZACIÓN DE SUELO INDUSTRIAL”, 2009;

María Teresa and Lamelas Gracia, “ESQUEMA METODOLÓGICO PARA LA TOMA DE DECISIONES SOBRE EL USO SOSTENIBLE DEL SUELO: APLICACIÓN A LA LOCALIZACIÓN DE SUELO INDUSTRIAL”, 2009, 28–66; R. JIMÉNEZ BALLESTA<sup>2</sup> M. CASTILLO CARRIÓN<sup>1</sup>, J.A. MARTÍN RUBÍ<sup>1</sup>, “ESTÁNDARES DE CALIDAD DE LOS SUELOS DEL CAMPO DE MONTIEL ( CIUDAD REAL ) EN FUNCIÓN DEL CONTENIDO EN,” 10 (2003), 23–32;

Coberturas D E Suelo, E N La and Cuenca D E Chillán, “Evaluación Multicriterio/multiobjetivo Aplicada a Los Usos Y Coberturas de Suelo En La Cuenca de Chillán 1”, 2009, 10–13; Algebra De, “Formato Raster. Algebra de Mapas.”; ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, “Guía Para La Descripción de Suelos”;

Manuel Mart and others, “INVENTARIO PARTICIPATIVO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y DE LOS SISTEMAS DE AGUA Y SANEAMIENTO DEL CANTÓN CUENCA”;

Vela Gayo Antonia Bosque Sendra Joaquin, Gómez Delgado Monserrat, Rodríguez Espinoza Víctor, Díaz Muñoz María, Rodríguez Durán Ana, “LOCALIZACIÓN DE CENTROS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA BASADA EN UN SIG”, 1999, 1–20;



Ana Esther Rodríguez Durán y Antonia Vela Gayo Joaquín Bosque Sendra, Montserrat Gómez Delgado, Víctor Rodríguez Espinosa, María Angeles Díaz Muñoz, “LOCALIZACIÓN DE CENTROS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA BASADA EN UN SIG”, 1999; A Través D E Evaluación Multicriterio and others, “Localización de Un Relleno Sanitario En La Comuna de Parral, Chile, a Través de Evaluación Multicriterio,” 35 (2010), 684–90;

HELIODORO MÁRQUEZ ROSALES, “MÉTODOS MATEMÁTICOS DE EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO PARA EL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO: UNA APLICACIÓN GIS DEL MÉTODO DE JERARQUÍAS ANALÍTICAS DE T.L. SAATY,” 8, 21–37;

Federico Benjamín Galancho and Juan Antonio Arrebola, “MODELO DE EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ACOGIDA DEL TERRITORIO CON SIG Y TÉCNICAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO,” *Investigaciones Geográficas*, No. 60 jul (2013), 69–85 <<http://dx.doi.org/10.14198/INGEO2013.60.04>>;

María Teresa Camacho Olmedo, Emilio Molero Melgarejo and Martín Paegelow, “MODELOS GEOMÁTICOS APLICADOS A LA SIMULACIÓN DE CAMBIOS DE USOS DEL SUELO. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE CAMBIO.,” *Tecnologías de La Información Geográfica La Información Geográfica Al Servicio de Los Ciudadanos.*, 2010, 658–78; Libro V I Anexo, “NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA LIBRO VI ANEXO 1 0”;

Ministerio del Ambiente, “Normas Para El Manejo Sustentable de Los Bosques Andinos”, 2006;

Moreno Jiménez Antonio, “PLANIFICACION Y GESTION DE SERVICIOS A LA POBLACION DESDE LA PERSPECTIVA TERRITORIAL: ALGUNAS PROPUESTAS METODOLÓGICAS”, 1995; Montserrat Gómez Delgado(2) y Wenseslao Plata Rocha(3) (1) Juan Pablo Orán Cáceres(1), “POSIBILIDADES DE APLICACIÓN DE UN ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD SECUENCIAL A UN MODELO BASADO EN TÉCNICAS SIG Y EVALUACIÓN MULTICRITERIO”, 2000;

Pablo Ordóñez, Emmanuelle Quentin and Pablo Cabrera, “Propuesta de Metodología Geomática Basada En Evaluación Multicriterio Para El Trazado de Ductos Petroleros”, 1–20;

X Congreso Internacional and D E Ingeniería D E Proyectos, “PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DE UN ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD PARA LA URBANIZACIÓN DE POLÍGONOS INDUSTRIALES MEDIANTE EL ESTUDIO DEL CICLO DE VIDA DE LA SECCIÓN VIARIA A IMPLANTAR”, 2006, 13–15;

J. Carbonell Castelló S. Martínez RuizP, A. Hospitaler Pérez, “PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DE UN ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD PARA LA URBANIZACIÓN DE



POLÍGONOS INDUSTRIALES MEDIANTE EL ESTUDIO DEL CICLO DE VIDA DE LA SECCIÓN VIARIA A IMPLANTAR”;

Carbonell Castelos Martínez Ruiz, Hospitaler Perez J, “PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DE UN ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD PARA LA URBANIZACIÓN DE POLÍGONOS INDUSTRIALES MEDIANTE EL ESTUDIO DEL CICLO DE VIDA DE LA SECCIÓN VIARIA A IMPLANTAR.”, 2006;

Alberto Pérez Maldonado, “PROYECTO : ‘ INVESTIGACIÓN Y FORMULACIÓN DE PROPUESTAS PARA GESTIONAR E INTEGRAR EJES ESTRUCTURANTES AMBIENTALES EN PARQUE METROPOLITANO ALBARREGAS-CIUDAD DE MÉRIDA ’ LOS EJES ESTRUCTURANTES AMBIENTALES Marco Conceptual , Metodológico E Institucional”, 2009;

Joaquín Bosque Sendra, “SIG Y EVALUACION MULTICRITERIO”;

Barredo Cano José Gomez Delgado Monserrat, *SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA Y EVALUACION MULTICRITERIO EN LA ORDENACION DEL TERRITORIO*, 2005;

Moreno Jiménez Antonio Bosque Sendra Joaquín, *SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA Y LOCALIZACION DE INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTOS*, 2004;

Salado María Fuenzalida Manuel, Gomez Monserrat, Medel Concepcion, Oyala Victor, Oliveros David, Ramirez Mirta, Rodríguez Victor, *SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA Y LOCALIZACION OPTIMA DE INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTOS*, 2012;

Esri All, “Tutorial de Spatial Analyst”, 2012;

Juan Pablo, Orán Cáceres and Joaquín Bosque Sendra, “Una Propuesta Complementaria de Análisis de Sensibilidad de Un Modelo Basado En Técnicas Sig Y Evaluación Multicriterio”, 2010, 971–87;

Adolfo Verdugo Navas y Danilo Minga Ochoa, “VEGETACIÓN RIBEREÑA DEL YANUNCAY Adolfo Verdugo Navas Y Danilo Minga Ochoa Contenido”, 2012, 1–15;

Dr. Joaquín Bosque Sendra<sup>1</sup> y Dra. Rosa, “VII CONFERENCIA IBEROAMERICANA SOBRE SIG. MEMORIAS,” 2 (2010);

Sector Guncay and Parroquia E L Valle, “Zonificación de Susceptibilidad Por Terrenos Inestables, Sector Guncay, Parroquia El Valle”, 1–5.

## 11 ANEXOS

### 11.1 Anexo 1

Determinación de áreas por parroquia por tipos de zonas.

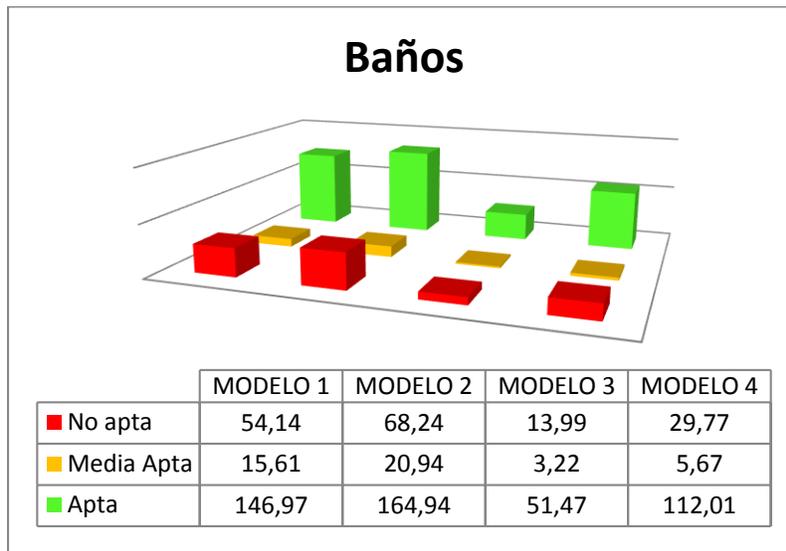


Figura 52. Resultado de zonas parroquia Baños

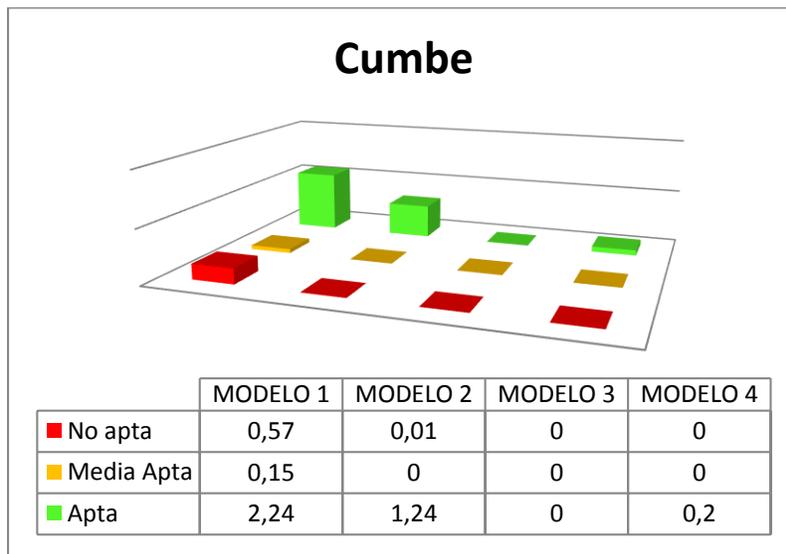
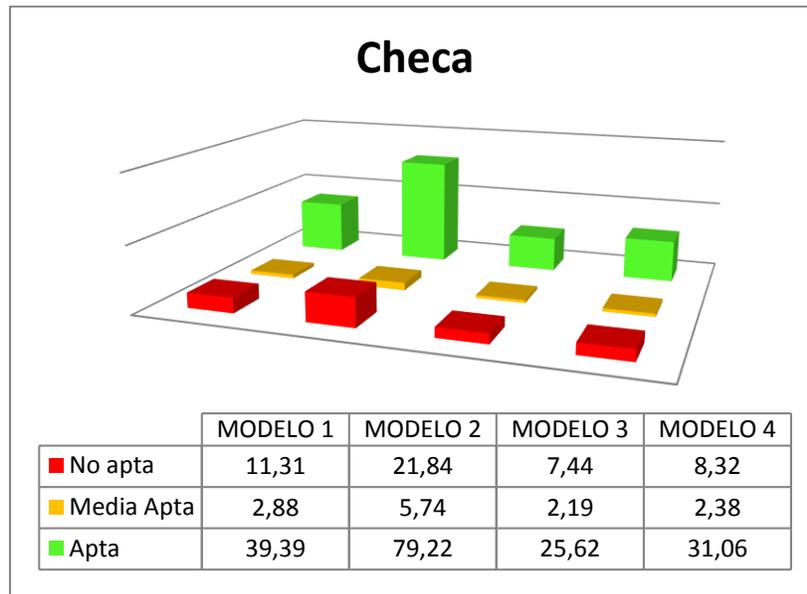
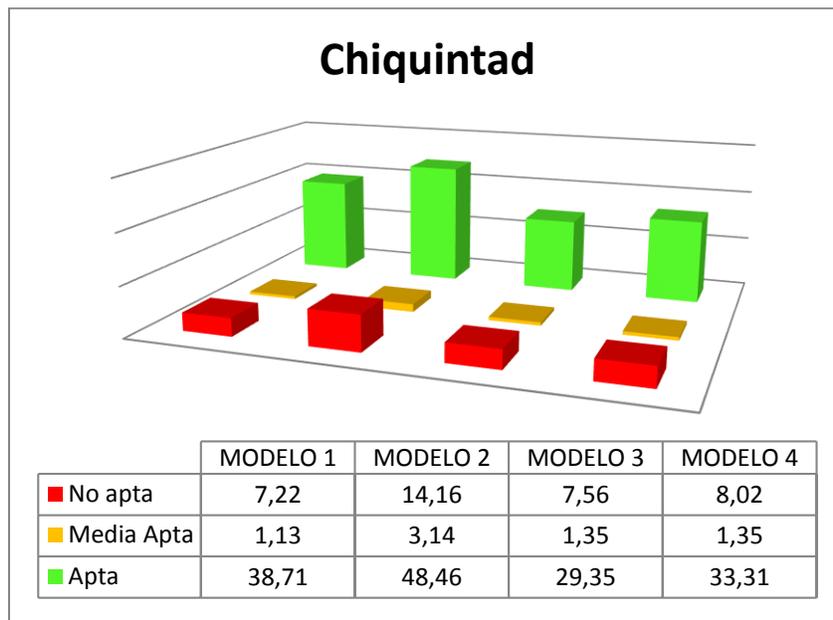


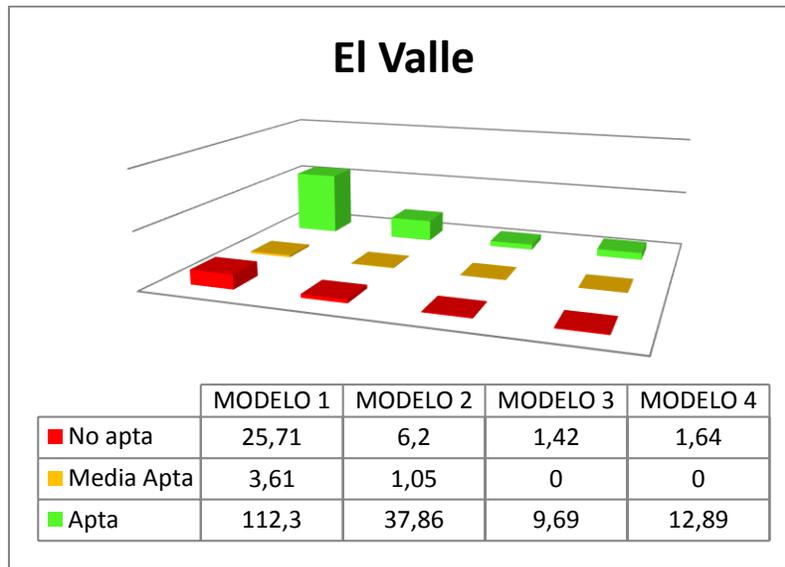
Figura 53. Resultado de zonas parroquia Cumbe



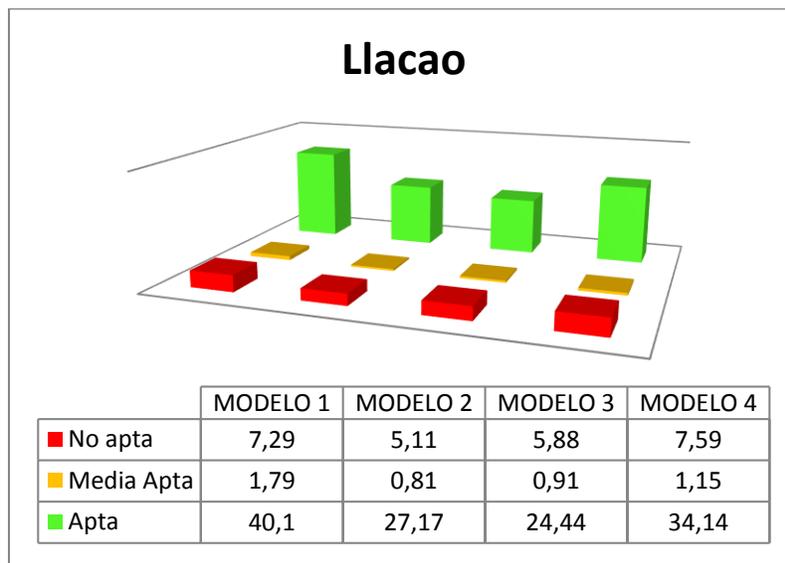
**Figura 54. Resultado de zonas parroquia Checa**



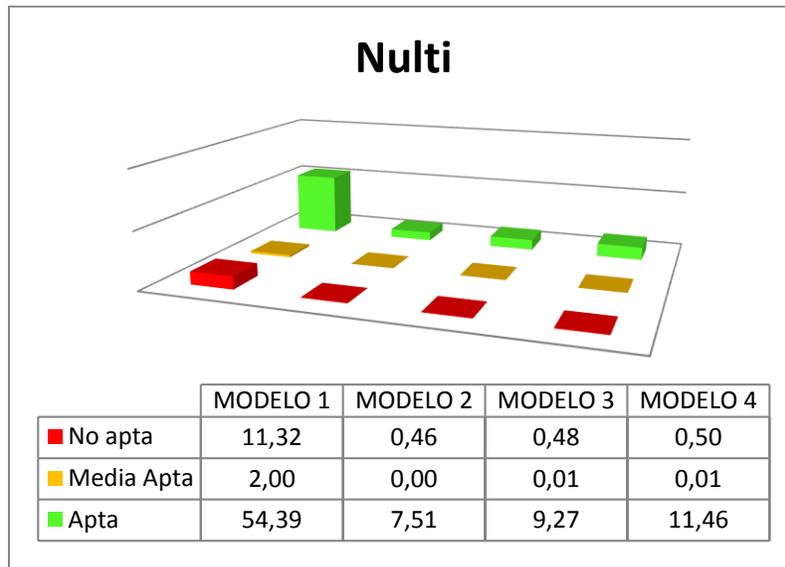
**Figura 55. Resultado de zonas parroquia Chiquintad**



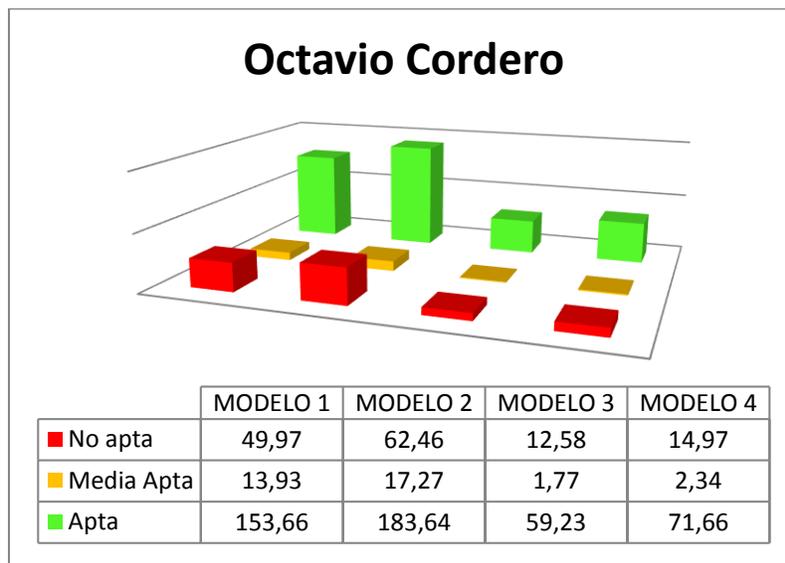
**Figura 56. Resultado de zonas parroquia El Valle**



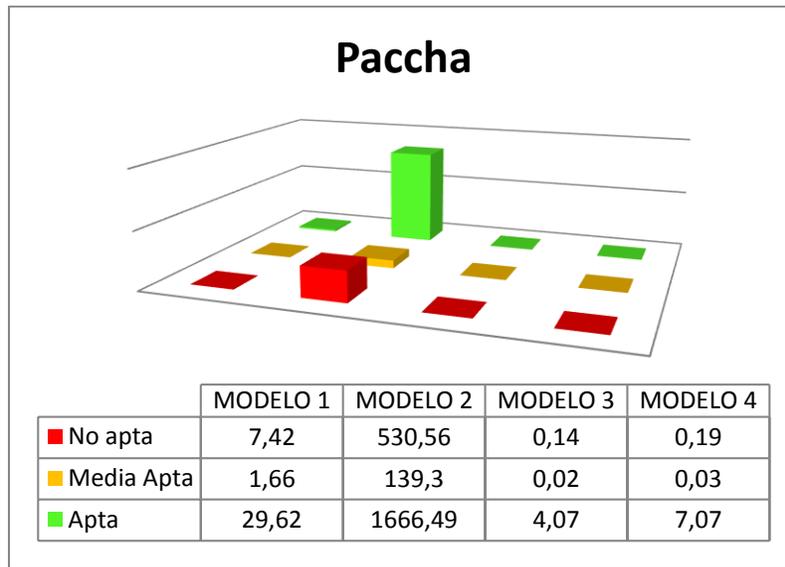
**Figura 57. Resultado de zonas parroquia Llacao**



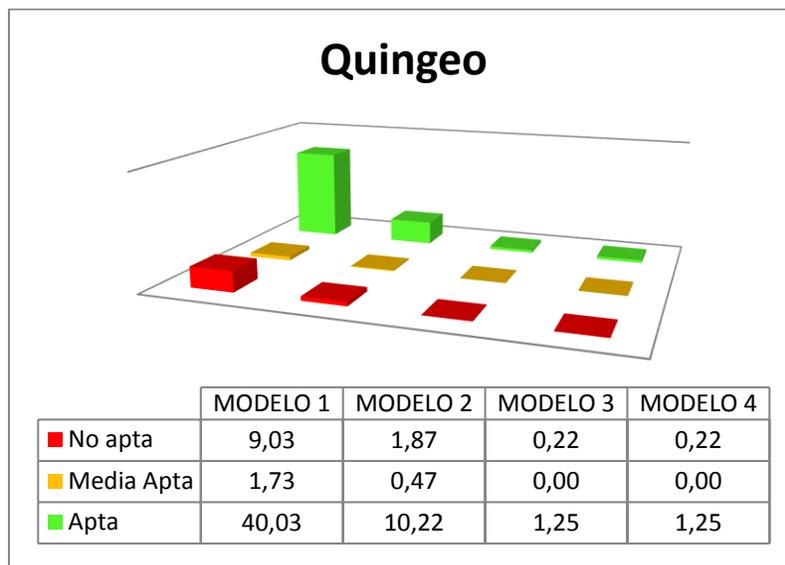
**Figura 58. Resultado de zonas parroquia Nulti**



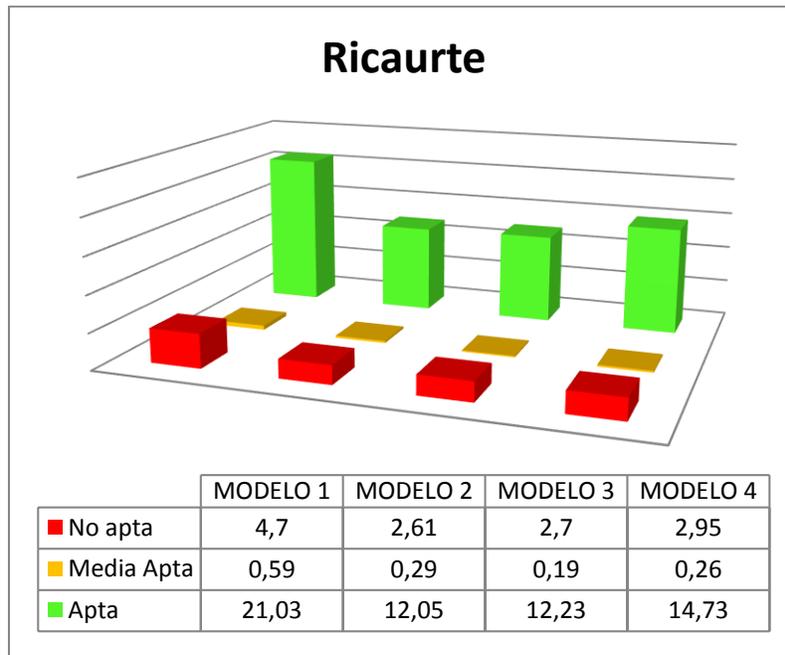
**Figura 59. Resultado de zonas parroquia Octavio Cordero**



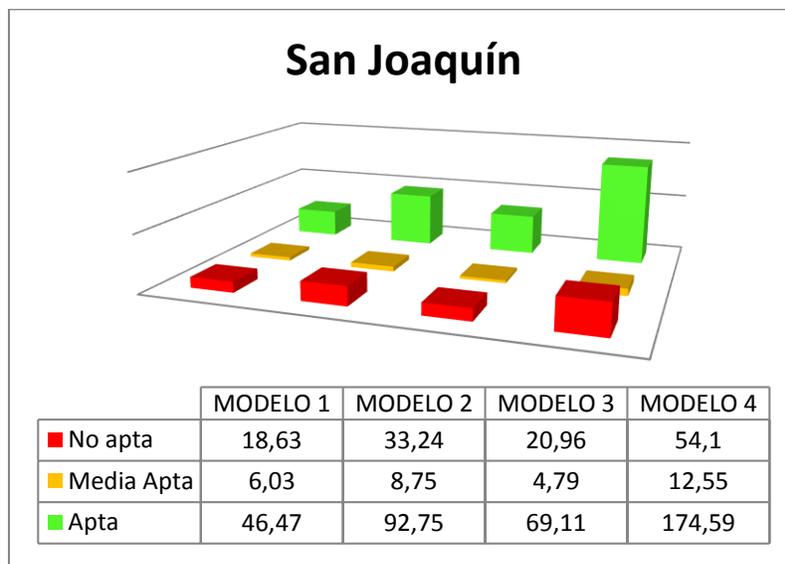
**Figura 60. Resultado de zonas parroquia Paccha**



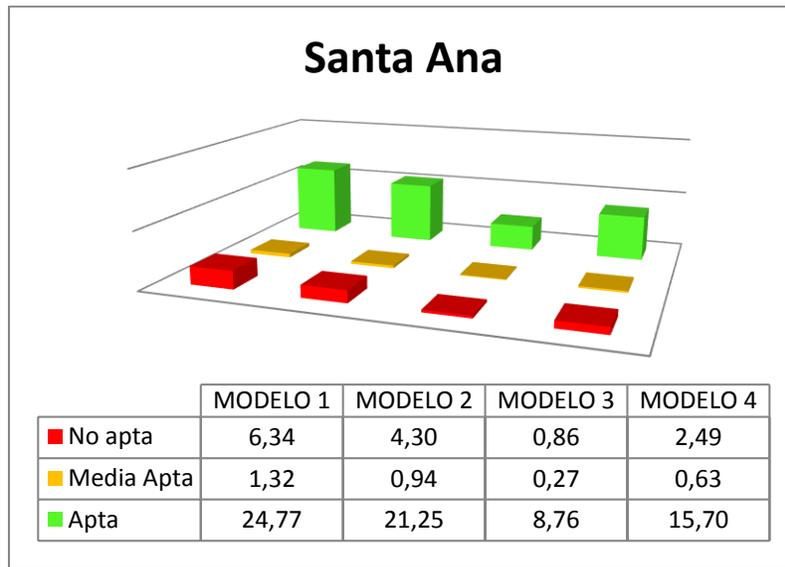
**Figura 61. Resultado de zonas parroquia Quingeo**



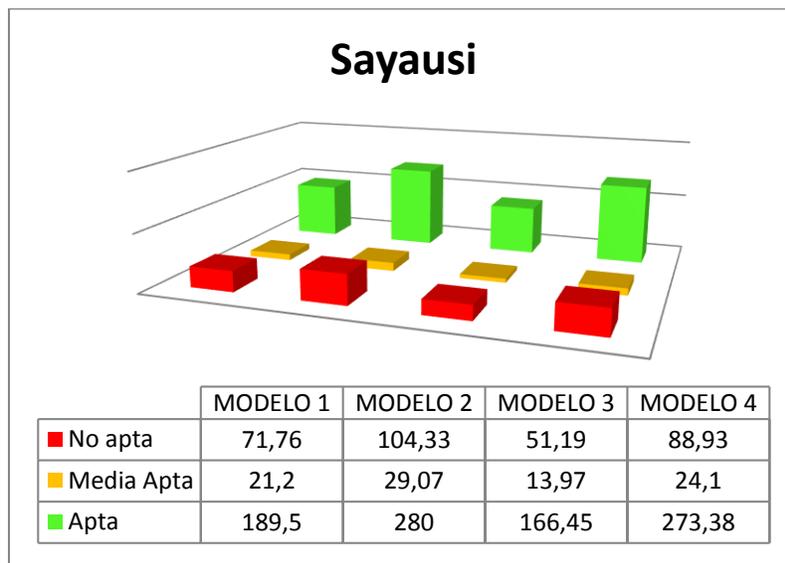
**Figura 62. Resultado de zonas parroquia Ricaurte**



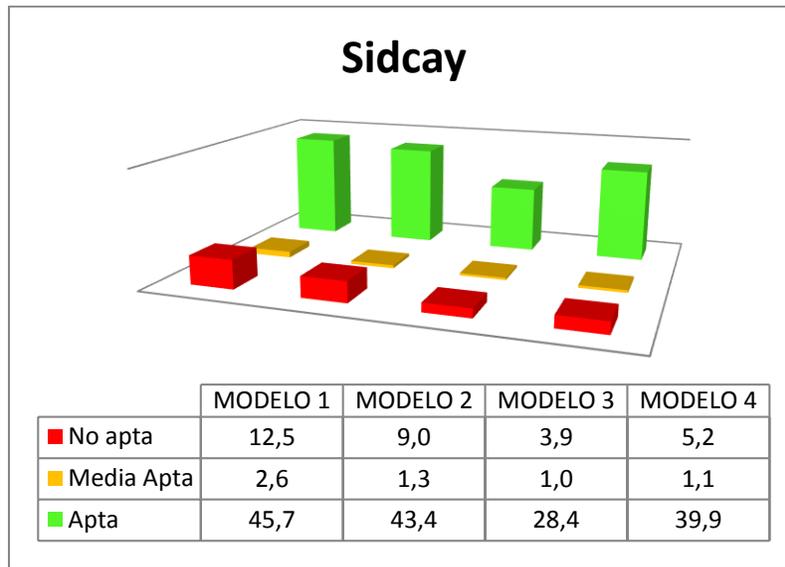
**Figura 63. Resultado de zonas parroquia San Joaquín**



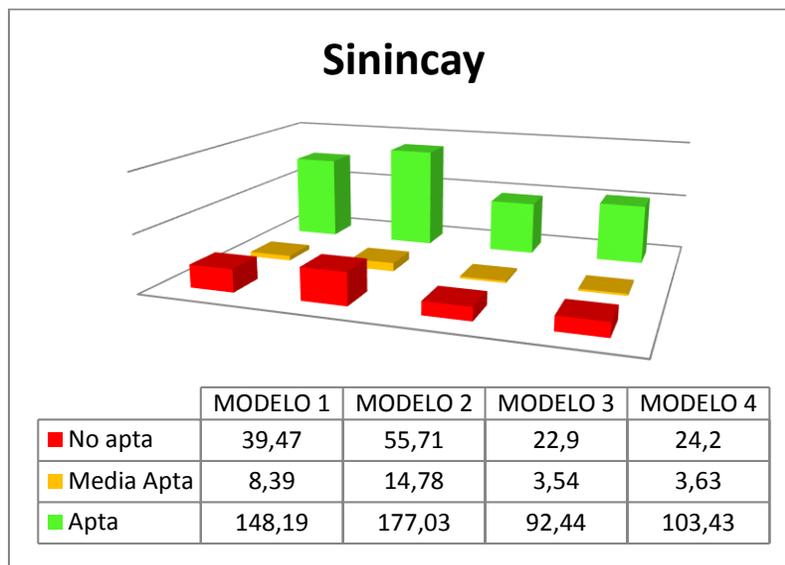
**Figura 64. Resultado de zonas parroquia Santa Ana**



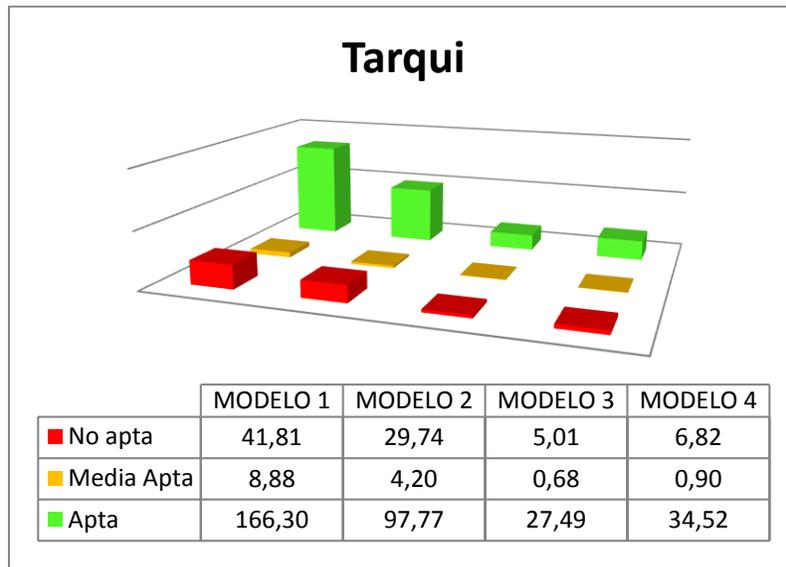
**Figura 65. Resultado de zonas parroquia Sayausi**



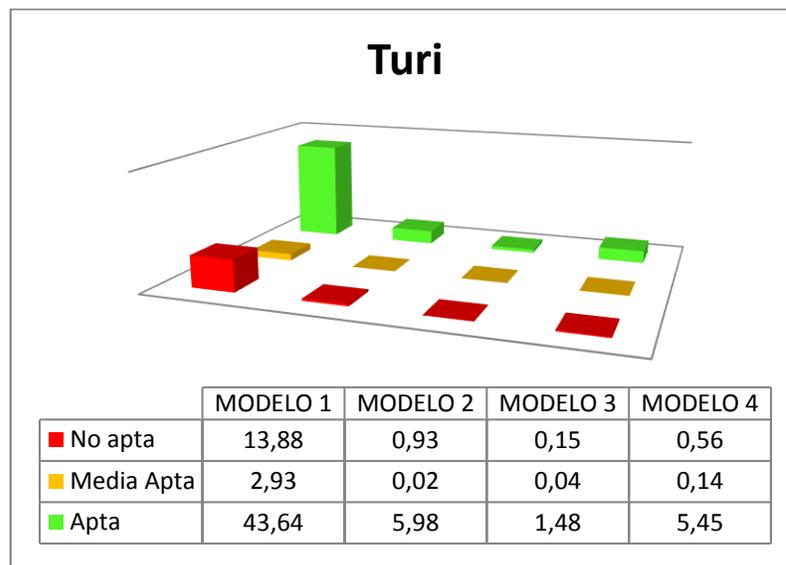
**Figura 66. Resultado de zonas parroquia Sidcay**



**Figura 67. Resultado de zonas parroquia Sinincay**

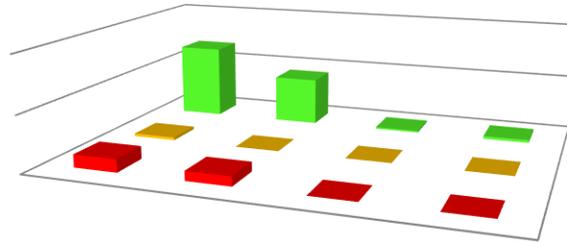


**Figura 68. Resultado de zonas parroquia Tarqui**



**Figura 69. Resultado de zonas parroquia Turi**

## Victoria del Portete



	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	MODELO 4
■ No apta	0,23	0,17	0,00	0,00
■ Media Apta	0,05	0,00	0,00	0,00
■ Apta	1,34	0,86	0,03	0,05

**Figura 70. Resultado de zonas parroquia Victoria del Portete**



## 11.2 Anexo 2

Áreas de lotes unificados por parroquia

Baños	
Nro.	Área (ha)
1	4.11
2	9.84

Checa	
Nro.	Área (ha)
1	18.46

Chiquintad	
Nro.	Área (ha)
1	6.47

El Valle	
Nro.	Área (ha)
1	5.17

Llacao	
Nro.	Área (ha)
1	8.22
2	8.91

Octavio Cordero	
Nro.	Área (ha)
1	4.19
2	4.24
3	4.94
4	6.47
5	6.53
6	6.98
7	7.5
8	7.7
9	9.46
10	11.58
11	12.31
12	15.36

Ricaurte	
Nro.	Área (ha)
1	5.84

San Joaquín	
Nro.	Área (ha)
1	5.77
2	7.41
3	15.1



<b>Santa Ana</b>	
<b>Nro.</b>	<b>Área (ha)</b>
1	4.01
2	4.06
3	4.58
4	5.05
5	5.31
6	6.24
7	8.3
8	12.97
9	13.05

<b>Sidcay</b>	
<b>Nro.</b>	<b>Área (ha)</b>
1	4.41

<b>Sinincay</b>	
<b>Nro.</b>	<b>Área (ha)</b>
1	5.64
2	7.26
3	8.09
4	9.49
5	15.75

<b>Sayausí</b>	
<b>Nro.</b>	<b>Área (ha)</b>
1	4.01
2	4.58
3	5.05
4	5.31
5	6.24
6	8.3
7	12.12
8	12.97
9	13.05