

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Posgrados

Generación de una metodología para determinar la tendencia del crecimiento poblacional en el Cantón Mejía, aplicando técnicas de SIG y Teledetección

Gloria Alejandra Cabrera Reina

Richard Resl, Ph.Dc., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Magister en Sistemas de Información Geográfica

Quito, septiembre de 2014

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Posgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Generación de una metodología para determinar la tendencia del crecimiento poblacional en el cantón mejía, aplicando técnicas de SIG y Teledetección

Gloria Alejandra Cabrera Reina

Richard Resl, Ph.D.

Director de Tesis

Pablo Cabrera, MSc.

Miembro del Comité de Tesis

Richard Resl, Ph.D.

**Director de la Maestría en Sistemas
de Información Geográfica**

Stella de la Torre, Ph.D.

**Decana del Colegio de Ciencias
Biológicas y Ambientales**

Víctor Viteri Breedy, Ph.D.

Decano del Colegio de Posgrado

Quito, septiembre de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Gloria Alejandra Cabrera

C. I.: 1716161607

Quito, septiembre de 2014

RESUMEN

El estudio que se presenta a continuación pretende ser un aporte al área del conocimiento de los SIG y la Teledetección como herramientas que facilitan el análisis de la distribución espacial de elementos de un territorio (sean estos biofísicos o antrópicos) y que interactúan en la conformación del mismo. Esta investigación se enfoca en establecer concentraciones poblacionales, concentraciones que poseen repercusiones en el análisis del desarrollo de un espacio determinado.

Se aplicaron modelos de análisis espacial que permitieron valorar, de acuerdo a la naturaleza de los elementos o factores de análisis, posibles tendencias del crecimiento urbanístico del cantón Mejía. Así mismo gracias a la disponibilidad de las proyecciones de crecimiento poblacionales del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) del Ecuador, es posible visualizar y analizar, la capacidad de acogida del territorio respecto del número de personas versus la proporción territorial disponible.

El establecimiento de patrones definidos por el modelamiento y la combinación de información censal, orientan al tomador de decisiones dónde enfocar esfuerzos o dictar políticas que permitan un desarrollo urbano, industrial, agropecuario equilibrado sin comprometer a futuro la provisión de alimentos o recursos naturales tan sensibles como es el suministro de agua o aire libre de contaminación.

Los resultados obtenidos en esta investigación serán un aporte para la toma de decisiones en ordenamiento y planificación territorial del Cantón Mejía.

ABSTRACT

This study aims to contribute with knowledge to the GIS and remote sensing area, as a tool to facilitate the analysis of the spatial distribution of elements in a territory (whether these are biophysical or anthropogenic) that interact and make part of it. This research focuses on identifying demographic concentrations, which have an impact in the development analysis of a determined area.

For this study, spatial analysis models were applied in order to evaluate according to the nature of the elements, or analysis factors, possible urban growth tendencies in the Mejía County. Also, thanks to the availability of growth estimations provided by the National Institute of Statistic and Census (INEC) of Ecuador, it is possible to view and analyze the territory's holding capability according to a number of people versus the territorial proportion available.

The establishment of standards defined by the modeling and combination of census information, guide the decision maker where to focus efforts or dictate policies that enable a urban, industrial, and agricultural balanced development, without compromising on a future food or natural resources delivery as delicate as the provision of water or unpolluted air.

The obtained results of this research will contribute to the decision making process in territorial planning and organizing in the Mejía County.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
1. ANTECEDENTES	10
2. PROBLEMA	11
3. JUSTIFICACIÓN	13
4. OBJETIVOS	14
General	14
Específicos.....	14
Preguntas de investigación	14
5. MARCO TEÓRICO.....	15
El ordenamiento territorial	15
Los Sistemas de Información Geográfica	16
La teledetección	18
Capacidad de Acogida del Territorio	18
Población y Dinámica Demográfica	20
El Censo de Población y Vivienda y las proyecciones poblacionales	21
6. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	23
7. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS.....	24
I. Metodología de proyección poblacional INEC	24
Método de componentes demográficos	25
Conciliación demográfica del Ecuador 1990-2010.....	26
Obtención de componentes demográficos.....	27
Resultados.....	29
II. Modelamiento de la capacidad de acogida para áreas de proyección poblacional	30
Recopilación y evaluación de información secundaria	30
Generación de geoinformación no disponible	32
Metodología para el modelamiento.....	34

8. ANALISIS DE RESULTADOS 43

9. CONCLUSIONES..... 52

10. RECOMENDACIONES 54

11. BIBLIOGRAFÍA 55

Lista de Gráficos

Gráfico 1. ubicación geográfica del cantón mejía en la provincia de pichincha	23
Gráfico 2: imagen satelital tm_1999/08/18	33
Gráfico 3: proceso de clasificación de imagen	33
Gráfico 4: clasificación de imagen.....	34
Gráfico 5: estructura del modelo utilizado para evaluación de escenarios	40
Gráfico 6: cálculo de distancias del uso de suelo a vías y poblados respectivamente	41
Gráfico 7: cálculo de ponderación de factores	42
Gráfico 8: escenario 1	44
Gráfico 9: escenario 2	45
Gráfico 10: escenario	48
Gráfico 11: crecimiento área poblada período 2000-2010	49

Lista de tabla

Tabla 1: Proyección de la Población del Cantón Mejía	30
Tabla 2: Descripción de imágenes satelitales utilizadas	31
Tabla 3: Factores biofísicos a utilizar en el modelamiento	35
Tabla 4: Factores antrópicos a utilizar en el modelamiento	36
Tabla 5: Ponderación Uso de la tierra	37
Tabla 6: Ponderación Pendiente	38
Tabla 7: Ponderación cálculo de distancias desde Poblado-Uso; Vías-Uso.	38
Tabla 8: Ponderación cálculo para tres escenarios.....	39
Tabla 9: Resumen resultados escenarios	49
Tabla 10: Tabla comparativa crecimiento poblacional versus crecimiento urbano....	51

1. ANTECEDENTES

En la Constitución ecuatoriana del 2008, en el Título V sobre la Organización Territorial del Estado, en los artículos 241, 262, respectivamente, se menciona que los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADS) tienen como una de sus competencias la planificación del desarrollo territorial y con ello surge la necesidad de incorporar como una herramienta la formulación de Planes de Ordenamiento Territorial (POT) específico para cada territorio¹. Con esas premisas, en el año 2011, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), pone a disposición una “Guía de contenidos y procesos para la formulación de planes de desarrollo y ordenamiento territorial de Provincias, Cantones y Parroquias”.

La mencionada guía propone que para la elaboración de los PDOT en general se deberán analizar dos niveles:

En un primer momento, elaborar el Plan de Desarrollo que comprende, un diagnóstico, la propuesta y modelo de gestión; y posteriormente se trabaja el Plan de Ordenamiento Territorial donde se definen estrategias territoriales, mecanismos de gestión, programas y proyectos.

¹ Provincia, Cantón y Parroquia.

Si bien hoy en día existen instrumentos como la guía de contenidos que facilita a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADS) la organización del territorio, se debe evidenciar también que la práctica de Ordenamiento Territorial en el Ecuador es muy reciente y que surge de la necesidad de planificar el territorio basados en datos reales y actualizados; es así que SENPLADES en coordinación con instituciones como el Instituto Espacial Ecuatoriano², han trabajado desde el 2009 en la elaboración de metodologías que permiten recopilar información, principalmente biofísica, procesarla y mostrarla cartográficamente.

Para el desarrollo de estas metodologías se ha pensado en los sistemas de información geográfica apoyados en técnicas de teledetección, las mismas que hasta el momento han permitido elaborar el diagnóstico del territorio por sistemas (modelo actual).

2. PROBLEMA

Hasta antes del año 2008, en el Ecuador no se utilizaba ninguna metodología para la planificación del territorio, hoy en día la situación es diferente, existe ya una guía metodológica oficial para la elaboración de la planificación y el ordenamiento territorial del país a todo nivel (provincia, cantón, parroquia); la cual, así como otras que se están usando son relativamente nuevas para los usuarios y se basan en experiencias de otros países, es decir, la metodología propuesta aún se encuentra

² Instituto Espacial ecuatoriano (antes CLIRSEN): Proyectos de Generación de Geoinformación Para la Gestión de Territorio y Valoración de Tierras Rurales en la Cuenca del Río Guayas, escala 1:25.000 y Proyecto Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a nivel Nacional.

en una fase de validación que permita verificar la eficacia y eficiencia de su aplicación en los diversos territorios del país.

Adicionalmente la metodología explica qué hacer pero no cómo hacerlo, por tanto es necesario que los usuarios diseñen una serie de alternativas metodológicas paralelas que faciliten no solo la toma de datos si-no transformarlos en información útil para la toma de decisiones.

Pese a los esfuerzos realizados, actualmente no se dispone de propuestas metodológicas validadas que permitan a los GADS u otros organismos analizar al ser humano, es decir, a la población como un elemento clave para el establecimiento de estrategias a mediano y largo plazo, basados en datos reales y proyectados, de tal manera que se pueda prever la localización de asentamientos poblacionales, de acuerdo al crecimiento poblacional, y de esta manera programar la provisión de servicios básicos, vialidad, salud, educación, entre otros.

Hasta el momento el desarrollo de herramientas como los SIG y la Teledetección han permitido analizar factores biofísicos sin vincularlos con información demográfica.

En este caso la población asentada sobre el territorio ecuatoriano así como las condiciones biofísicas donde se desarrolla es diversa, por tal razón es importante elaborar una metodología que permita utilizar variables que evidencien condiciones particulares o representativas de la población de una zona.

En el presente estudio se tratará el caso del cantón Mejía, el cual, al estar rodeado por elevaciones como el Cotopaxi, los Ilinizas, el Pasochoa, presenta zonas de páramo,

valle interandino y vertiente de cordillera (pie de monte). Además su cercanía a los valles de la ciudad de Quito, que ejercen una presión demográfica sobre este territorio, hacen que sea atractivo analizar la dinámica geodemográfica de esta zona.

Con lo mencionado, este estudio aspira contribuir con una propuesta metodológica que facilite a los tomadores de decisiones (GADS) la elaboración de los Planes de Ordenamiento Territorial con un enfoque poblacional utilizando herramientas como los SIG y la Teledetección.

3. JUSTIFICACIÓN

Los cambios en las directrices nacionales desde SENPLADES hacia los GADS, con respecto a la obligatoriedad de elaborar planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial para la asignación presupuestaria, han creado la necesidad de investigar sobre el buen uso de herramientas que permitan generar nuevos métodos que contribuyan a solucionar los inconvenientes de generar información, procesarla, analizarla, almacenarla y graficar mostrando los diversos escenarios territoriales de una manera más expedita.

El presente estudio, referente a la generación de una metodología para determinar la tendencia (proyección) del crecimiento poblacional en el cantón Mejía, pretende contribuir con una propuesta técnica basada en la utilización de SIG y teledetección

que permita identificar áreas pobladas y determinar las que tendencialmente crecerán de acuerdo a la tasa de incremento poblacional.

Es necesario destacar que el desarrollo de esta metodología, aplicando SIG y Teledetección, se justifica puesto que proporcionará información oportuna para tomar las mejores decisiones con proyecciones futuras que asegure un desarrollo sostenido de las áreas pobladas respecto a las áreas productivas.

4. OBJETIVOS

General

Generar una metodología para determinar el crecimiento poblacional en el cantón Mejía utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la Teledetección.

Específicos

- Definir las variables físicas, demográficas que permitan generar el modelo de conversión de uso de la tierra en el cantón Mejía.
- Determinar áreas con mayor susceptibilidad a ser pobladas en el cantón Mejía en el período 2000-2020.

Preguntas de investigación

¿Cómo y hasta qué punto la aplicación de las técnicas de SIG y la Teledetección en esta investigación permiten modelar la tendencia del crecimiento poblacional de un

territorio de tal manera que sean utilizados en los Planes de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial de la zona de estudio?

5. MARCO TEÓRICO

Con el fin de contextualizar, sustentar y comprender de mejor manera la objetividad de este estudio a continuación se exponen algunas conceptualizaciones relacionadas con el ordenamiento territorial, los sistemas de información geográfica, teledetección, población y dinámica demográfica, los Censos de Población y Vivienda y las proyecciones poblacionales.

El ordenamiento territorial

Existen varias definiciones de ordenamiento territorial; así, se tiene entonces que según Vargas (2002), el ordenamiento territorial se define como la regulación de la utilización, ocupación y transformación del espacio, en función del bienestar colectivo actual y futuro, la prevención de desastres y el aprovechamiento sostenible de los recursos.

El ordenamiento territorial también se puede entender como un proceso y una estrategia de planificación de carácter técnico-político, a través del cual se busca configurar en el corto, mediano y largo plazo, una organización del uso y ocupación del territorio, de acuerdo a las potencialidades y limitaciones del mismo, las expectativas y aspiraciones de la población y los objetivos sectoriales de desarrollo. (Prieto y Salazar, 2001, 2003)

Para Gómez (2008) la ordenación del territorio, se entendería como una disciplina técnica, que incorpora elementos de percepción y preferencia social; se aplica de forma multi e interdisciplinaria, a la consecución de los objetivos básicos: la corrección de desequilibrios territoriales y **la localización espacial de las actividades humanas en el espacio al que se aplica de acuerdo con criterios y prioridades.**

De acuerdo a las conceptualizaciones mencionadas es posible entender entonces que el Ordenamiento territorial (OT) busca responder a las necesidades de los territorios que demandan controlar y organizar las actividades humanas que se desarrollan en un espacio físico determinado, además que esta técnica posibilita diagnosticar el sistema territorial actual y **crear un escenario futuro (proyecciones).**

Los Sistemas de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica (SIG's) es una tecnología cuyo propósito general es almacenar y manipular datos geográficos en forma digital, los cuales puedan ser explotados para analizar, visualizar y graficar diversos conjuntos de datos espaciales que tengan una georeferenciación, es decir, identificar el posicionamiento que define la localización de un objeto espacial, el cual se representa a través de un sistema de coordenadas, mediante puntos, vectores, áreas y volúmenes (Pérez, 2011). Es así como es posible visualizar de manera gráfica características y objetos de un espacio físico, estableciendo relaciones de imágenes raster o vector sobre una proyección gráfica.

El desarrollo de los SIG, raster, y sus funciones de análisis espacio-temporal a través de series cronológicas de usos del suelo, así como su puesta en relación con un conjunto de variables explicativas mediante evaluación multicriterio, permite, en un ejercicio de modelización prospectiva, establecer posibles escenarios de ocupación (Paegelow, et al., 2003).

Los SIG cuentan con muchas operaciones y funciones tendientes a la gestión de la información que se introduce, de tal manera que se puede manipular y explotar, tanto la información temática como la gráfica. Las funciones más importantes de análisis espacial de la plataforma de un SIG son (Olaya, 2011):

- a) La superposición, que permite un análisis multivariable al integrar capas temáticas o gráficas.
- b) La vecindad, que engloba un conjunto de operaciones del sistema que tienden a evaluar las características del área que envuelve una localización determinada.
- c) La conectividad, son operaciones del sistema relacionadas con la conexión entre las entidades geográficas representadas.

En función de la capacidad de gestionar gran cantidad y variedad de datos, ***un SIG mejora los modelos descriptivos y predictivos, lo cual permite brindar información para la toma de decisiones y para realizar una planificación***, ya que se modelan circunstancias y escenarios con variables susceptibles de modificar, aplicando la teoría de decisión multicriterio, misma que permite tomar una decisión

en torno a una combinación de condiciones, controlando las variables que afectan a un hecho social.

La teledetección

La teledetección es una disciplina que incluye el procesamiento y análisis de imágenes digitales, captadas mayormente desde plataformas satelitales. Su finalidad es la obtención de información de la superficie terrestre, usando la radiación electromagnética que ésta refleja o emite (Pérez, 2011).

En los últimos años esta disciplina se ha convertido en una herramienta ideal para cartografiar y diseñar aplicaciones en diversas áreas de las ciencias de la tierra, debido a las posibilidades y ventajas que esta representa: localización de espacios geográficos, observación de fenómenos temporales y su integración con los SIG, reduciendo en la mayoría de los casos tiempo y dinero en estudios relacionados con la superficie terrestres (Fabregat, 1999). No obstante como el objetivo principal se centra en la identificación de los elementos de la superficie terrestre y los fenómenos que en ella se desarrollan la teledetección está siendo empleada como un complemento en los estudios oceanográficos y costeros, geología, estimación de cosechas, control de plagas, incendios, producción agrícola, uso del suelo, planificación urbana, entre otros.

Capacidad de Acogida del Territorio

Según Gómez (1992), la capacidad de acogida es posible definirla como “el grado de idoneidad que presenta el territorio para una actividad, teniendo en cuenta a la vez,

la medida en que el medio cubre sus requisitos locacionales y los efectos de dicha actividad sobre el medio”

Dentro de los modelos de capacidad de acogida es posible diferenciar dos enfoques: uno, relacionado con la aptitud del territorio y otro enfoque de impacto-aptitud.

Con relación a la aptitud del territorio se dice que es un conjunto de requisitos que debe poseer un lugar para poder acoger a una actividad, esta aptitud varía de acuerdo a los factores del medio o las clases de los factores, estableciendo de esta manera un rango de aptitudes para una actividad en un territorio dado. Según Gómez y Barredo, (2005), este enfoque se adapta a las técnicas de evaluación multicriterio (EMC), ya que ésta busca evaluar criterios/ factores en función de un objetivo común. En este enfoque a cada criterio se le asigna un peso o valor de importancia en función de su relevancia para la actividad de interés.

El enfoque impacto-aptitud, basa su implementación en la definición de un valor de impacto y otro de aptitud para cada lugar del territorio, estableciendo posteriormente una serie de clases de capacidad, a partir de dichos valores y para el uso que se desea evaluar.

Así, se puede decir que el enfoque impacto actitud es el “efecto que una determinada actuación produce en los elementos del medio, o en las unidades ambientales, efecto que puede ser beneficioso, es decir, positivo o negativo” (CEOTMA, 1991). Por lo tanto, el impacto será el efecto general o la suma de los

impactos, en los factores del territorio que produce la implantación de un uso o actividad.

La capacidad de acogida para una actividad cualquiera que esta sea varía en el espacio, según varíen los pesos o valoraciones de aptitud e impacto, siendo las mejores áreas aquellas donde se minimice el impacto y se maximice aptitud, existiendo en todas una serie de posibilidades de aptitud/impacto en el conjunto de lugares que constituyen el área de estudio. Gómez y Barredo (2005).

Población y Dinámica Demográfica

La población se entiende como “Un conjunto de sujetos que interactúan entre sí y con el territorio para su reproducción biológica y social. El concepto de población humana, se refiere a un conjunto de sujetos vivos, cuya actividad necesariamente crea y recrea permanentemente el territorio en función de sus necesidades biológicas, sociales, culturales y políticas de manera determinante, en función de la organización para la apropiación, producción y consumo de bienes materiales y no materiales” (Livi, 2007).

La población humana posee características propias que difieren de las características de los individuos particulares que la componen; a estas características del colectivo poblacional se les denomina características demográficas, éstas a su vez se transforman de forma permanente en el tiempo por lo que se denomina dinámica demográfica.

Para entenderlo mejor se dice entonces que la población aumenta o disminuye en el tiempo, tiene una composición por sexo, edad, etnia o condiciones sociales que también puede modificarse a lo largo del tiempo; se localiza en un territorio y se moviliza sobre él, este proceso de cambio permanente es lo que se denomina dinámica demográfica, como se señaló anteriormente.

Así entonces se dice que para hacer un análisis básico de la dinámica demográfica de un territorio se deben considerar por los menos los siguientes componentes: tamaño y crecimiento de la población, estructura y composición de la misma, distribución espacial y movilidad.

El Censo de Población y Vivienda y las proyecciones poblacionales

El censo de población y vivienda es el proyecto estadístico de mayor relevancia en interés a nivel nacional, pues permite brindar información de la situación actual del país en materia demográfica y mostrar las características socioeconómicas de los habitantes. La información censal también permite evaluar los avances o retrasos en los niveles de bienestar de la población, además sirve de apoyo en la formulación de planes, programas, proyectos, aporta ingentemente en la definición de políticas públicas, así como también en la toma de decisiones que efectúan los diversos sectores de la sociedad en diferentes ámbitos.

Entonces, es posible decir que el objetivo primordial de todo censo es contar la población residente de un país, actualizar la información sobre sus principales características demográficas y socioeconómicas e identificar su distribución en el

territorio nacional; así como también efectuar los inventarios y la caracterización de las viviendas en el territorio Ecuatoriano. Además, el censo genera insumos para la elaboración de proyecciones de población.

Las proyecciones poblacionales basadas en información censal (varios años) se define como el resultado de un conjunto de estimaciones demográficas, matemáticas o de otro tipo, por medio de las cuales se busca establecer las tendencias más veraces de las variables que determinan la dinámica poblacional y a partir de ello estimar los volúmenes de población y de sus principales características hacia el futuro. (INEC, 2012).

6. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El cantón Mejía está ubicado al sur oriente de la provincia de Pichincha (Gráfico 1), su cabecera cantonal es Machachí. Este cantón política y administrativamente posee 7 parroquias rurales: Alóag, Aloasí, Cutuclagua, El Chaupi, Manuel Cornejo Astorga (Tandapi), Tambillo y Uyumbicho y una parroquia urbana Machachi.

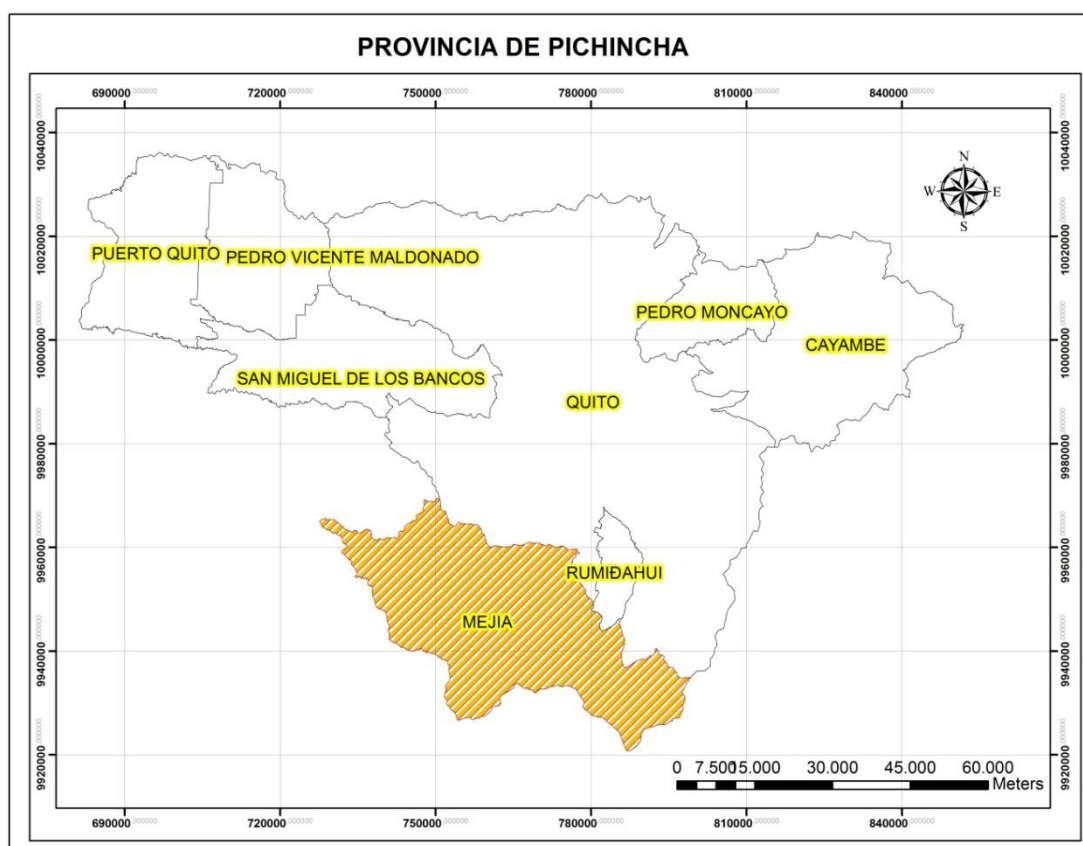


Gráfico 1. Ubicación geográfica del Cantón Mejía en la Provincia de Pichincha Fuente: Autor

Dentro del territorio cantonal es posible diferenciar tres zonas, el bosque montano húmedo (1000-2500 m.s.n.m.), la meseta andina ubicada entre los 2500-3500 m.s.n.m., y finalmente los páramos y nevados que superan los 3500 m.s.n.m. Sobre este territorio, el Ministerio de Ambiente de Ecuador (MAE) ha definido áreas de alta

importancia para proteger y conservar: dos reservas ecológicas Los Illinizas, Pasochoa y el Parque Nacional Cotopaxi.

7. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS

Para el desarrollo metodológico se establecieron dos etapas:

- I. Metodología de proyección poblacional (INEC)
- II. Modelamiento de la capacidad de acogida para las áreas de proyección poblacional

I. Metodología de proyección poblacional INEC

La población humana es vista como objeto y sujeto de desarrollo, es decir es un elemento clave para todos los procesos de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de la política pública; de estas estrechas relaciones (población-desarrollo) surge la necesidad o demanda de bienes y servicios (salud, educación, recreación, seguridad social, entre otros), los mismos que deberán ser incorporados en los Planes de Ordenamiento Territorial a nivel local y en planes, programa y proyectos a nivel nacional. Con lo dicho las proyecciones de población son un elemento indispensable que permite entender los cambios socio-demográficos del territorio nacional y proyectar la demanda futura de espacio físico que albergue en condiciones óptimas es decir que garanticen el buen vivir del conjunto poblacional.

La proyección de población desarrollada por el INEC es considerada de largo plazo, por el alcance que llega hasta el 2050.

Para su elaboración fue necesario definir una población inicial; en este caso el INEC trabajó con datos del censo de población y vivienda del 2010, además se formularon posibles escenarios, de acuerdo a la dinámica o posible evolución de las variables demográficas (fecundidad, mortalidad, migración), manejo de conceptos espaciales (área, zonas urbanas, rurales).

Así entonces se establecieron tres fases:

a. Método de componentes demográficos

Este método es considerado uno de los más básicos para las estimaciones demográficas, el cual se basa en la ecuación conocida como compensadora, donde se desglosa por sexo y edad para acompañar la evolución de cada período de edad considerado desde el año de partida en este caso 2010. En este modelo también es posible incorporar de forma integral y sistemática, las propuestas de evolución de variables de la dinámica poblacional basado en la evolución histórica.

$$N_{t+5} = N_t + B_{t;t+5} - D_{t;t+5} + I_{t+5} - E_{t+5}$$

N_t corresponde a la población estimada en el punto inicial del período de proyección, momento que en la ecuación se define como el año t .

N_{t+5} representa la población estimada por el modelo en el punto final de un periodo quinquenal ($t; t + 5$).

$B_{t;t+5}$ representa los nacimientos de mujeres en edad fértil, ocurridos a lo largo del período $t; t + 5$.

$D_{t;t+5}$ corresponde a las defunciones que ocurren entre los miembros de la población inicial N_t , más las defunciones que adicionalmente se registran de los nacimientos ocurridas a lo largo del período $t; t + 5$.

I_{t+5} y E_{t+5} representa el total de inmigrantes y de emigrantes respectivamente que se estima ocurrirán durante el período $t, t + 5$, estimados al final de período, esto es en el momento $t + 5$.

Al usar este modelo, las cifras de población proyectadas corresponden a cada fecha fija futura, el resultado de la combinación de los factores principales del crecimiento, actúan sobre la población inicial y a lo largo de cada período sobre los sobrevivientes y las nuevas generaciones. Al incorporar variables como sexo y la edad, que son los explicativos del comportamiento de las variables demográficas, el tamaño, la composición y la distribución geográfica de la población dependen, al igual que el modelo general, de las tendencias de la mortalidad, fecundidad y de la migración con la consideración del sexo y la edad como variables básicas.

b. Conciliación demográfica del Ecuador 1990-2010

El ejercicio de conciliación consiste en valorar la población por edad y sexo utilizando como información básica el VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010, a partir de la población enumerada con los censos previos de 1990 y 2001,

junto con la dinámica demográfica observada durante el periodo 1990-2010. Es decir, que la conciliación no es otra cosa que la población enumerada por los censos, previamente corregida por la preferencia de edades, a la que se le agregan los nacimientos, se restan las defunciones y se restan (caso de Ecuador), la migración internacional para llevar la población a 2010.

Como resultado se obtienen dos poblaciones que se comparan con la enumerada en 2010; es decir, que este proceso asegura que la población por edad y sexo enumerada en el Censo 2010 es congruente con la población de 1990 a 2001 y la dinámica observada durante el periodo 1990 a 2010.

c. Obtención de componentes demográficos

Para realizar las proyecciones de población bajo el método de componentes principales, es necesario establecer algunos supuestos sobre la evolución futura de los fenómenos demográficos involucrados en el crecimiento de la población, así tenemos:

Fecundidad: Para estos cálculos el INEC utilizó las Encuestas Nacionales de Fecundidad de 1976 y 1979 (ENF), la Encuesta de Salud Materno-Infantil y de las Variables Demográficas de 1982 (ESMIVD), las Encuestas Nacionales de Demografía y Salud de 1983 y 1987 (ENDESA) y las Encuestas Nacionales de Demografía y de Salud Materno e Infantil de 1989, 1994, 1999 y 2004 (ENDEMAIN).

Para los cálculos se realizó un promedio entre las estadísticas vitales, una estimación entre censos corregidas por Brass para los años 2007 a 2010. Para el periodo 2002 a 2006 se realizó una interpolación lineal entre los puntos de 2001 y 2007. Lo que ha dado como resultado que la tasa global de fecundidad pase de 3.85 hijos por mujer para el año 1990, a 3.26 en 2000 y para 2010 se estime en 2.79.

Mortalidad Nacional: las fuentes de información fueron los Censos de Población y Vivienda y los datos sobre defunciones que constan en los registros administrativos disponibles a la fecha de elaboración para el periodo 1990-2010.

El INEC utilizó para calcular este parámetro un modelo aditivo-multiplicativo aplicado al logaritmo de las probabilidades de fallecer ($q_x(t)$) de 1990 a 2010:

$\ln(q_x(t)) = \alpha_x + B_x B_t$ donde α_x es una pauta estándar del patrón por edad de las probabilidades a lo largo del periodo de 40 años; B_x expresa la razón de cambio de la composición etaria con respecto al tiempo (primera derivada), que se ve afectado (de manera multiplicativa) por el parámetro de tendencia temporal B_t .

El modelo se forzó a reproducir el patrón observado en 2010, es decir, los valores del parámetro α_x corresponden al logaritmo de las probabilidades de fallecer en 2010 en todas las edades y el parámetro de tendencia temporal es nulo ($B_{2010} = 0$). Con esto se buscó evitar que en los primeros años de la

proyección las tasas de algunas edades fueran mayores a las observadas en 2010.

Migración interna: Esta estimación se realizó utilizando los resultados censales de la pregunta sobre residencia habitual cinco años antes a la fecha del levantamiento de los censos de 2001 y 2010; de esta manera, se calculó directamente la migración interna para los periodos 1996-2001 y 2005-2010.

La estimación para el periodo intermedio que completa el periodo 2000-2010 se realizó mediante interpolación de los montos totales para cada provincia, manteniendo las estructuras por edad, sexo y distribución de los eventos del fenómeno (inmigraciones y emigraciones), a partir de la información registrada por los censos de 2001 y 2010.

Migración internacional: para el cálculo de esta variable se utilizó la información derivada del Censo de Población y Vivienda 2010, y el método utilizado fue el mismo que para la migración interna.

d. Resultados

Proyección poblacional anual para el cantón-Mejía 2011-2020

Si analizamos los datos censales del año 2001 para Mejía (<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>) se observa que

el cantón albergaba a un total de 62.888 habitantes (2,6 % de la población de la provincia de Pichicha), mientras que para el año 2010 el Censo de Poblacional y VI de Vivienda del año 2010 indica que existía un total de 81.335 habitantes (<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>).

De acuerdo a las proyecciones poblacionales actualmente el cantón Mejía tendría un total de 93.553 habitantes; 12.218 (13,05 %) habitantes más que hace cuatro años (Tabla 1).

Con esto se estimaría que el área urbana está ganando espacio, está aumentando; esto será posible verificar cuando se analicen las variables biofísicas en el siguiente capítulo.

Tabla 1: Proyección de la Población del Cantón Mejía

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
86.299	88.623	90.974	93.353	95.759	98.193	100.650	103.132	105.637	108.167

Fuente: INEC (2012)

II. Modelamiento de la capacidad de acogida para áreas de proyección poblacional

Para el desarrollo de esta etapa fue necesario desarrollar las siguientes actividades:

a. Recopilación y evaluación de información secundaria

Esta fase se basó en la obtención y análisis de información que pudiera servir de apoyo para la elaboración de la metodología propuesta.

Los insumos utilizados se detallan a continuación:

- Límite cantonal oficial entregado por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Mejía.
- Información cartográfica base (pendiente, vías, áreas urbanas) entregada por el GAD del cantón Mejía, elaborada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP) a escala 1:50 000.
- Cobertura del Patrimonio de Áreas Naturales del Ecuador (PANE), descarga electrónica a través del Sistema Nacional de Información (SNI)
- Mapa de cobertura y uso del año 2010 proporcionado por el GAD del cantón Mejía, elaborado por el Programa Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica SIGTIERRAS, a escala 1:25 000.
- Imágenes satelitales descargadas de página oficial de U.S. Geological Survey (USGS).

Tabla 2: Descripción de imágenes satelitales utilizadas

Imágenes Landsat 5 utilizadas	Características
TM_1999/08/18	Imágenes geocodificadas Bandas Multiespectrales
TM_2002/04/12	Band 1: Azul (0,45 μm a 0,52 μm) Band 2: Verde (0,52 μm a 0,60 μm) Band 3: Rojo (0,63 μm a 0,69 μm)
TM_2013/11/20	Resolución espacial: 30 metros Tipo de dato: 8 bits

Fuente: <http://www.usgs.gov/>

b. Generación de geoinformación no disponible

Si bien para el año 2009-2010 hubo una disponibilidad suficiente de insumos, para el año 1999-2000 no fue posible encontrar por lo que fue necesario generarlos.

Utilizando la imagen satelital TM_1999/08/18, la más cercana al año de interés (2000) se generó la cobertura de uso de suelo para ello fue necesario realizar en siguiente procedimiento:

Clasificación supervisada

Esta técnica contemplada dentro del tratamiento digital de imágenes permite categorizar una imagen multiespectral utilizando métodos estadísticos. Este proceso logra obtener una segunda imagen donde los números digitales que definen a cada píxel han sido asignados a una categoría sin considerar la radiancia.

Para esta clasificación se trabajó con el programa Envi 5.0 y el procedimiento fue el siguiente:

Las imágenes Landsat se trabajaron utilizando una combinación 3, 1, 2. Posteriormente se lograron identificar 6 clases: urbano, cultivos, cobertura natural, nieve, eriales y sin información, que corresponden a superficies cubiertas con nubes y su sombra (Gráfico 3).

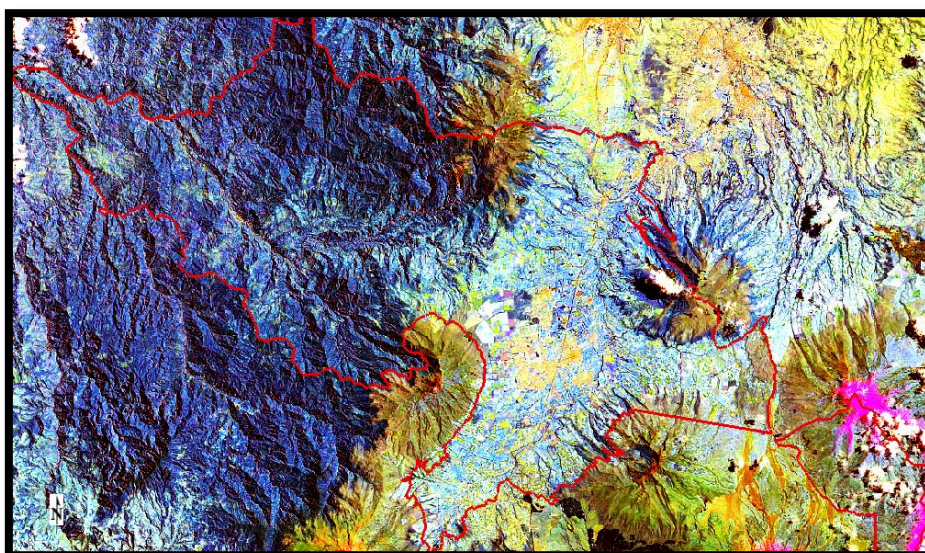


Gráfico 2: Imagen satelital TM_1999/08/18

Fuente: Autor

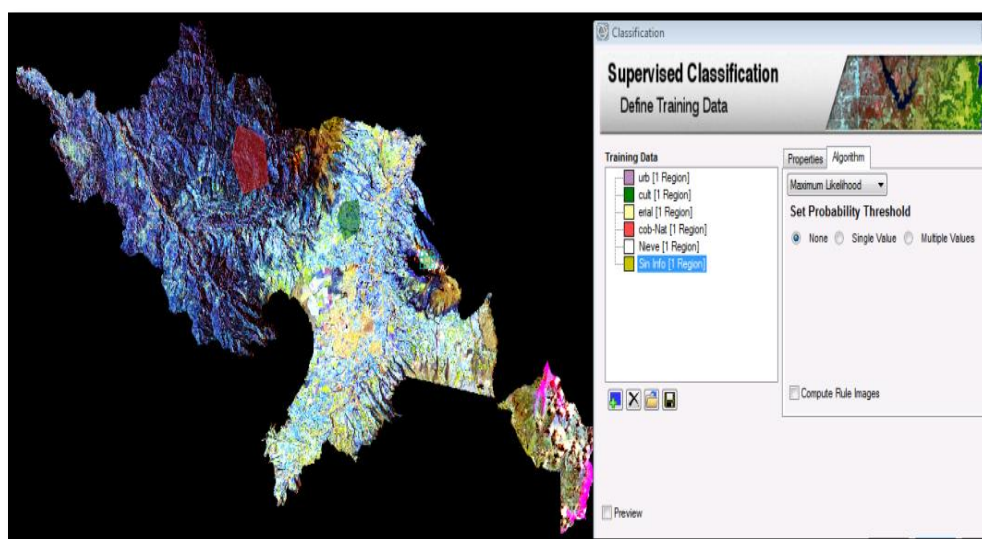


Gráfico 3: Proceso de clasificación de imagen

Fuente: Autor

El algoritmo utilizado la clasificación fue el de máxima probabilidad, ya que este método utiliza los niveles digitales (ND) de cada clase y los ajusta a una distribución normal y consecuentemente logró realzar los elementos necesarios para este estudio en particular (Gráfico 4).

Finalmente la nueva imagen clasificada, considerando la temporalidad de la imagen será utilizada como uso del suelo para el año 2000 y servirá como insumo para trabajar el modelo de proyección.

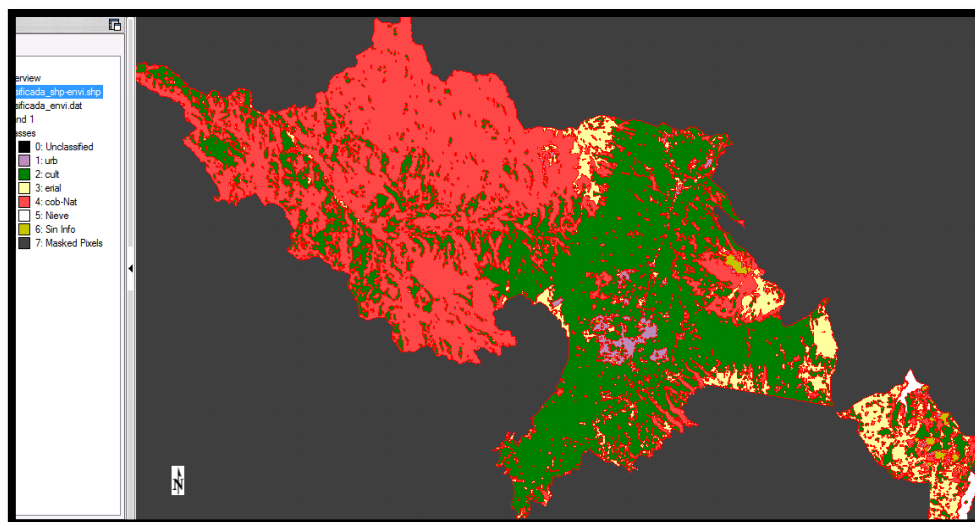


Gráfico 4: Clasificación de imagen. Fuente: Autor

c. Metodología para el modelamiento

Para trabajar esta etapa del estudio se decidió utilizar la Evaluación Multicriterio (EMC) ya que el conjunto de procedimientos inmersos en ella permitirá la toma de decisiones; Según Chuvieco, (1993) esta herramienta integrada con los SIG evalúa regiones sobre la base de múltiples objetos y criterios, lo que permite apoyar la toma de decisiones en la planificación de zonas urbanas o rurales.

Para el desarrollo del modelo, primero se establecieron un conjunto de factores que influyen en la capacidad de crecimiento del área urbana ya sea como limitantes o como posibilidades de expansión o crecimiento.

Así entonces los factores considerados se han dividido en biofísicos y sociales:

Biofísicos: El medio físico muestra la aptitud del territorio para soportar las distintas actividades humanas, así como la distribución de los principales recursos básicos (agua, suelos, madera, etc.). Esto hace que desempeñen un papel muy importante en la localización de los asentamientos y posiblemente a hecho que se establezcan las actuales zonas pobladas.

Los factores biofísicos considerados para establecer la delimitación de espacios funcionales son dos: el uso actual del suelo y las pendientes. En general, las zonas de menor pendiente serán consideradas positivas mientras que las mayores pendientes serán negativas, lo propio para las superficies con un uso de suelo definido (Tabla 3)

Tabla 3: Factores biofísicos a utilizar en el modelamiento

DESCRIPCION USO DE SUELO	PENDIENTES	RANGO
Bosque intervenido	Colinado	25-50
Bosque natural	Escarpado	50-70
Bosque plantado	Moderadamente ondulado	12-25
Complejo industrial	Montañoso	>70
Cultivo	Nieve	Nieve
Erial	Plano a casi plano	0-5
Nieve	Suave o ligeramente ondulada	5-12
Paramo	Urbano	Urbano
Pasto cultivado		
Pasto natural		
Urbano		
Vegetación arbustiva		

Fuente: MAGAP

Fuente: MAGAP

Sociales (antrópicos)

La vialidad es sinónimo de accesibilidad lo que refleja la capacidad de interacción en el territorio; el factor distancia entre zonas pobladas y de estas con el área proveedora de alimentos o posibles áreas que se conviertan en urbanas es necesario valorar, en este caso se consideró dentro de la cartografía Base la vialidad y con ello la distancia a centros poblados y área potencialmente urbanizables.

Tabla 4: Factores antrópicos a utilizar en el modelamiento

VÍAS	RANGO	POBLADOS
Camino de Herradura	Tercer orden	Aloag
Camino de Verano	Tercer orden	Uyumbicho
Carretera Pavimentada Angosta	Primer orden	Cutuglahua
Carretera Pavimentada dos o más vías	Primer orden	Manuel Cornejo
Carretera sin Pavimentar Angosta	Segundo Orden	Tambillo
Carretera sin Pavimentar dos o más vías	Segundo Orden	Machachi
Sendero o vereda	Tercer orden	El Chaupi
Vía en Área Urbana	Vía urbana	Aloasi

Fuente: MAGAP

Fuente: MAGAP

Centro poblados

En cuanto a los poblados, la localización del espacio residencial consolidado diferenciando de aquellos aislados (área rural) cobra especial relevancia, pues la proximidad entre ellos implica una mayor posibilidad de cohesión o consolidación de futuras zonas residenciales.

Tabla de Ponderaciones para el modelamiento

El proceso de identificación de pesos o valoración se desarrolló a partir de una matriz de comparación donde se evaluó la importancia relativa de cada factor con el resto.

La tabla 5 muestra la ponderación para los diferentes ocupaciones de la tierra, mientras que en las tabla 6 se presentan las valoraciones para la pendiente de los terrenos

Tabla 5: Ponderación Uso de la tierra

DESCRIPCION	PONDERACIÓN	VALOR	DESCRIPCION	PONDERACIÓN	VALOR
Bosque intervenido	Expansión moderada	1	Bosque intervenido	Expansión moderada	1
Bosque natural	Restringido	0	Bosque natural	Restringido	0
Bosque plantado	Expansión media	1	Bosque plantado	Expansión media	1
Complejo industrial	Restringido	0	Complejo industrial	Restringido	0
Cultivo	Expansión fuerte	3	Cultivo	Expansión fuerte	3
Erial	Restringido	0	Erial	Restringido	0
Nieve	Restringido	0	Páramo	Restringido	0
Paramo	Restringido	0	Pasto cultivado	Expansión fuerte	0
Pasto cultivado	Expansión fuerte	3	Pasto natural	Expansión media	3
Pasto natural	Expansión media	3	Río	Restringido	3
Urbano	Restringido	3	Urbano	Restringido	3
Vegetación arbustiva	Expansión leve	1	Vegetación arbustiva	Expansión leve	1

Fuente: Autor

Como se observa en cada una de las tablas ponderadas se estableció un rango de valoración entre 0-3, siendo valoradas con 3 las mejores áreas o aquellas donde se minimice el impacto y se maximice la aptitud; con menor valor (1) las áreas de leve prospección de crecimiento y con 0 las zonas restringidas de acuerdo a la escala que se describe a continuación.

- 0 = restringida
- 1 = leve crecimiento
- 2 = moderado crecimiento
- 3 = fuerte crecimiento

Pese a la ponderación establecida todos los factores tienen la posibilidades de generar impacto sea este positivo o negativo en el área de estudio.

Es necesario mencionar que dentro de las ponderaciones y análisis cartográfico se ha excluido la superficie cantonal definida como protegida por el MAE- PANE.

Tabla 6: Ponderación Pendiente

RANGO	DESCRIPCION	PONDERACION	VALOR
25-50	Colinado	Expansión fuerte	3
50-70	Escarpado	Expansión moderada	2
12-25	Moderadamente ondulado	Expansión moderada	1
>70	Montañoso	Expansión moderada	3
Nieve	Nieve	Restringido	0
0-5	Plano a casi plano	Restringido	0
5-12	Suave o ligeramente ondulada	Restringido	0
Urbano	Urbano	Restringido	0

Fuente: Autor

Para la ponderación de las variables sociales o antrópicas se consideró valorar la distancia, ya que este factor permite el dinamismo e interacciones dentro del territorio y esto posiblemente constituye una motivación para el crecimiento del área urbana (tabla 7).

Tabla 7: Ponderación cálculo de distancias desde Poblado-Uso; Vías-Uso.

DISTANCIAS (m)	PONDERACION	VALOR
0-3000	Fuerte crecimiento	3
3000-6000	Moderado crecimiento	2
6000-9000	Leve crecimiento	1

Fuente: Autor

DISTANCIAS (m)	PONDERACION	VALOR
0-20	Fuerte crecimiento	3
160-180	Leve crecimiento	1

Finalmente, en la tabla 8, se presentan tres escenarios para los cuales se han establecido valores para las variables que serán ingresadas al modelamiento; las mismas están en un rango de 0 a 100; valorando aquellas variables representativas con el máximo valor 100 y las menos representativas con 10.

Tabla 8: Ponderación cálculo para tres escenarios

Variable	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Distancia Poblado-Uso	20	35	40
Distancia Vías-Uso	5	5	10
Pendiente	25	20	10
Uso y Cobertura	50	40	40
Total	100	100	100

Elaborado: El Autor

Establecimiento del modelo para el análisis de tres escenarios supuestos

Con la finalidad de simplificar el análisis geográfico se utilizó la modelación para combinar una serie de elementos y herramientas que permitan visualizar cuál de los escenarios supuestos representa de mejor manera la realidad del cantón Mejía.

En el grafico 5., se puede observar el flujo diseñado. En este caso se utilizó la herramienta “ModelBuilder” de ArcGis, que es considerado un lenguaje de programación visual que facilita la creación de flujos de trabajo, esto permite ejecutar herramientas de geo-procesamiento y utilizar el resultado como insumo para un nuevo proceso

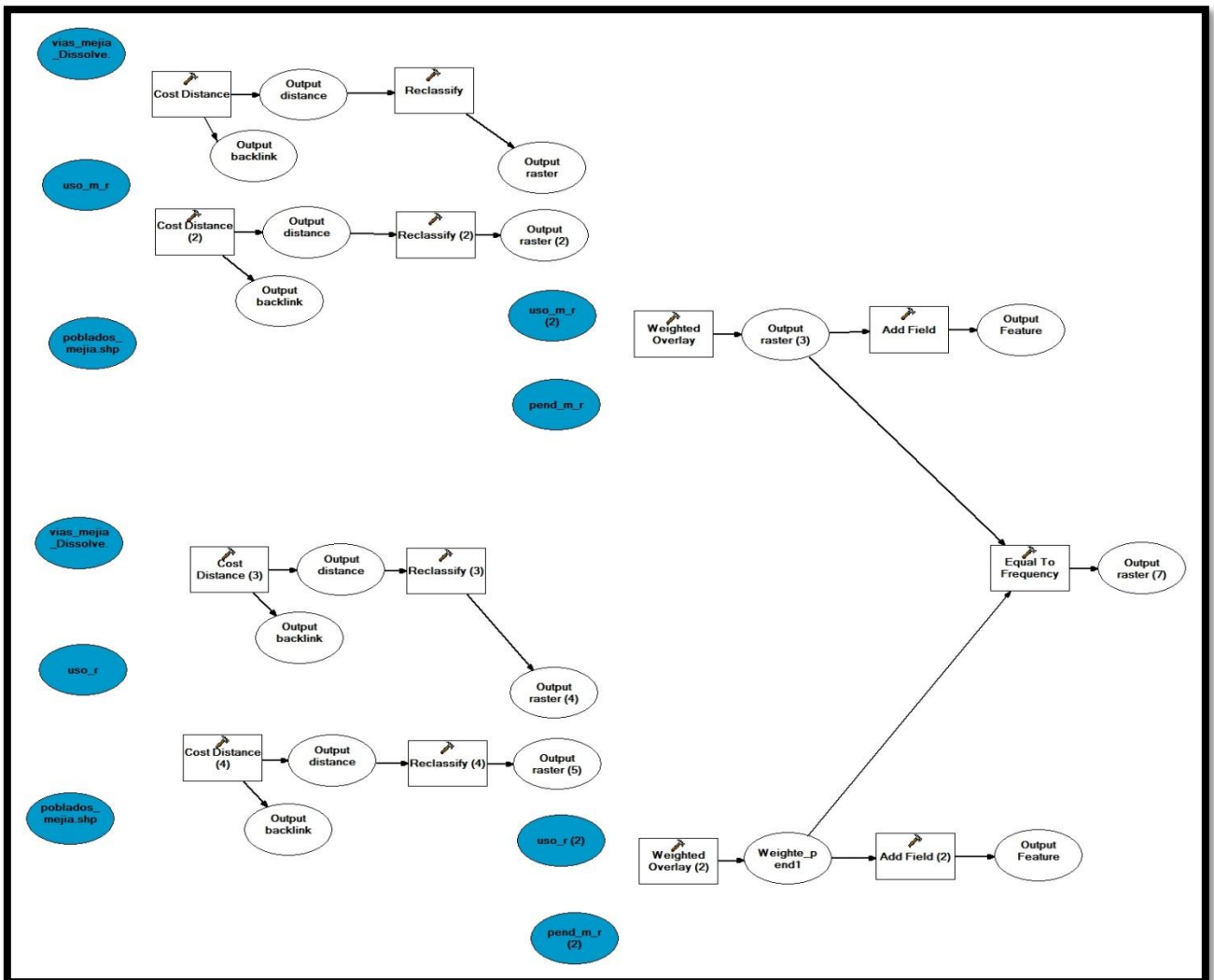


Gráfico 5: Estructura del modelo utilizado para evaluación de escenarios

Fuente: Autor

Una vez diseñado el esquema se hace efectiva la ejecución del mismo con el ingreso de los datos que se muestran en el gráfico 6.

Como uno de los parámetros para la ejecución de la herramienta ingresa la cobertura uso de suelo de los años 2000 y 2010 en formato raster, así como la cobertura que contiene el sistema vial y las áreas pobladas del cantón en formato vector.

Las capas indicadas fueron procesadas con la herramienta “cost distance”, los parámetros utilizados fueron 10000 m desde los poblados al uso de suelo y de 200 m para la distancia desde las vías al uso de suelo; posteriormente se ejecutó un “reclassify” que permitió reclasificar los rangos de distancia generados por el raster.

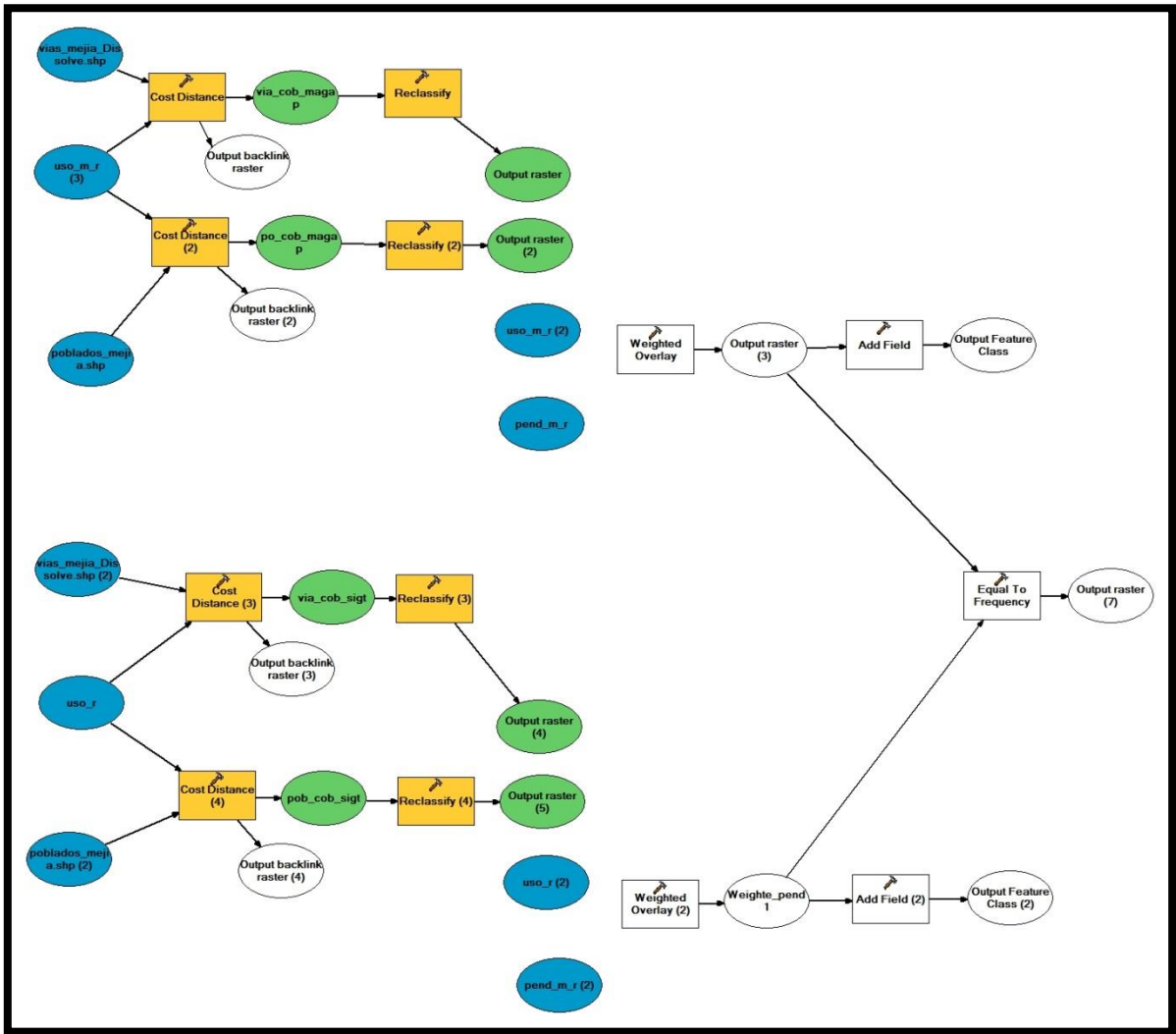


Gráfico 6: Cálculo de distancias del uso de suelo a vías y poblados respectivamente

Fuente: Autor

Para la ejecución final del modelamiento, se ingresaron las coberturas en formato raster, estas son: distancia de las vías a uso de suelo, distancia de poblados a uso

de suelo (producto del “cost distance”) más las capas de uso de suelo y pendiente en formato raster para los años 2000 y 2010; con la ayuda de la herramienta “weighted overlay” de arcgis que permite super poner las capas raster (todas a escala 1:50000) y ponderar los factores de acuerdo a la importancias dada como se indica en las tablas 5, 6 y 7 (Gráfico 7).

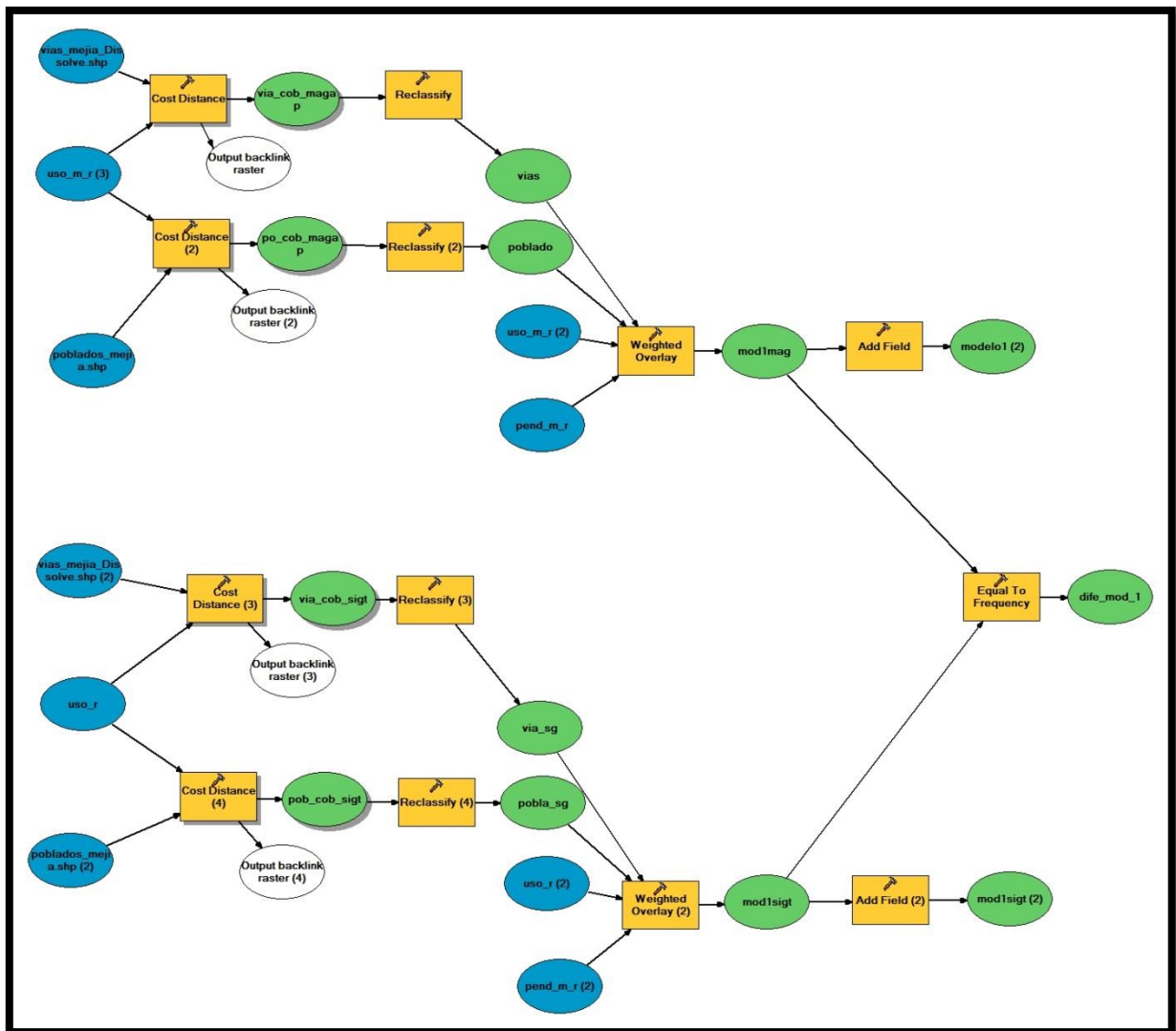


Gráfico 7: Cálculo de ponderación de factores

Fuente: Autor

Con la información resultante respecto al modelamiento, se precisó identificar las diferencias existentes entre el año 2000 versus el 2010, para ello se utilizó la herramienta “Equal to frequency” que a través de las coberturas ya ponderadas, evalúa las celdas de forma individual (cantidad de veces que los valores del conjunto de raster son iguales a otro).

8. ANALISIS DE RESULTADOS

El resultado de la metodología propuesta genera información valiosa, la misma que da cuenta de las condiciones de un territorio dado, en este caso el cantón Mejía en un espacio de tiempo tal que, puede ser tomado como referencia para futuras verificaciones por parte de los tomadores de decisiones.

De acuerdo a la ponderación o escenario uno que se observa en el gráfico 8, se puede interpretar en coloración azul que en un período de 10 años contados a partir del 2000, el cantón Mejía sufrió cambios en aproximadamente 1932 ha., circundantes al área de interés que son los poblados consolidados.

Los resultados muestran que las áreas restringidas, definidas como de leve crecimiento representadas en color rojo y anaranjado, respectivamente, presentan un incremento de 91 % y 65 %, respectivamente; mientras que las zonas consideradas como moderado crecimiento (amarillo) y fuerte crecimiento (verde), por las favorables condiciones que presentan, sufren un decremento en 35 % y 61 % puntos porcentuales, respectivamente. Estos resultados posiblemente se deban al cambio de uso de suelo.

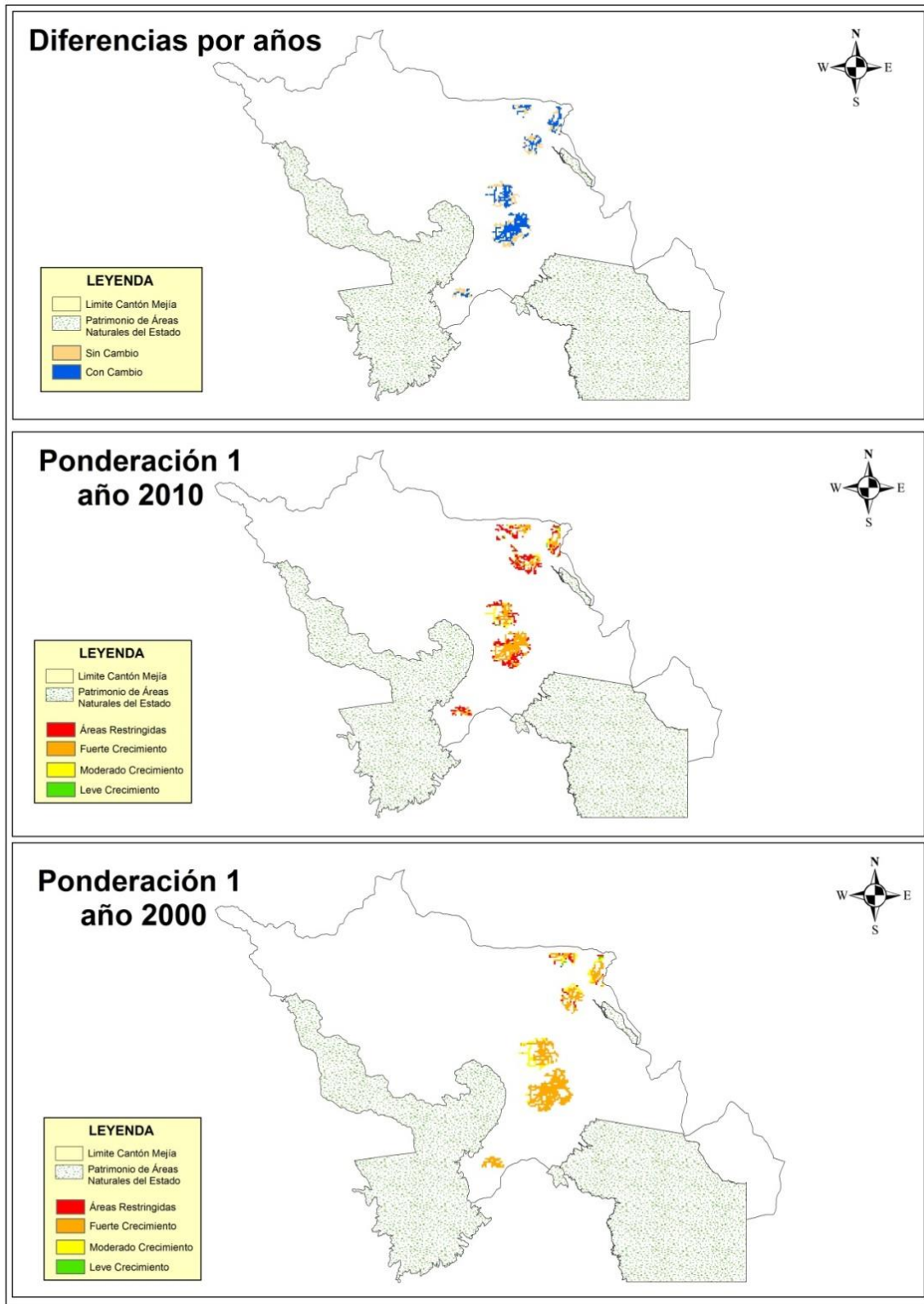


Gráfico 8: Escenario 1

Fuente: Autor

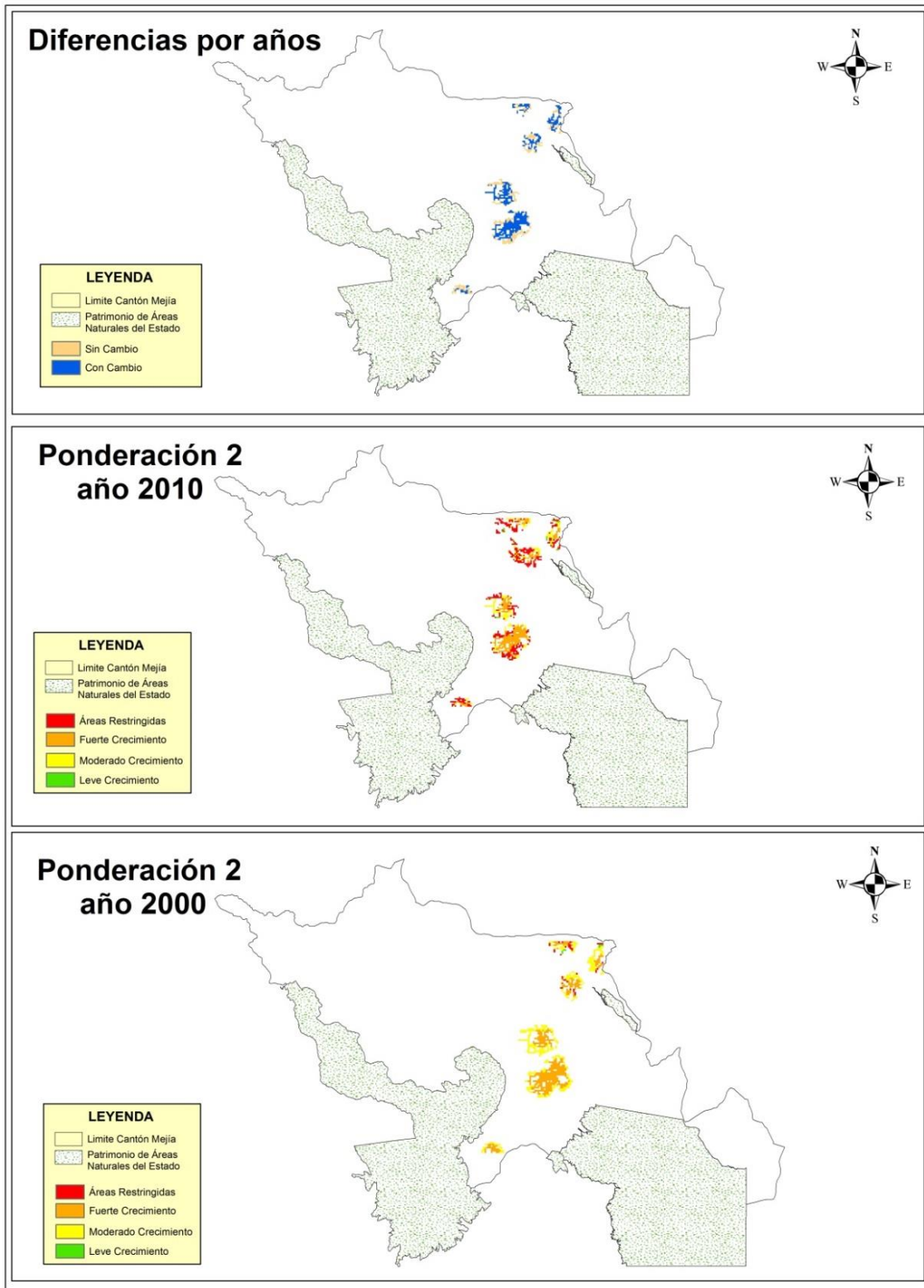


Gráfico 9: Escenario 2

Fuente Autor

Para el escenario dos (Gráfico 9) se presenta la misma tendencia en los datos, pues la variación en superficie entre los años 2000 y 2010 nos indica que la superficie considerada para el área urbana creció aproximadamente en 1900 ha, 32 ha., menos que en el escenario uno.

De igual manera las áreas restringidas y de leve crecimiento crecieron en 90 % y 56 %, respectivamente; para las áreas de moderado y fuerte crecimiento se mantiene el decremento en 15 % y 62 %, respectivamente (Gráfico 9).

Finalmente para el escenario tres (Gráfico 10) se mantiene el crecimiento de superficies destinada para el área poblada entre los años 2000 y 2010, para este caso creció menos que las otras dos ponderaciones, 1848 ha., aproximadamente 68 ha., menos que las otras dos.

Respecto a las zonas de crecimiento se conserva porcentajes de 90 % y 52 % en áreas valoradas como restringidas y de crecimiento leve, respectivamente, no así para la zona calificada como fuerte crecimiento donde se observa disminución de superficie con el 39 %, mientras que en la zona calificada como crecimiento moderado el área poblada disminuiría en un 102 %.

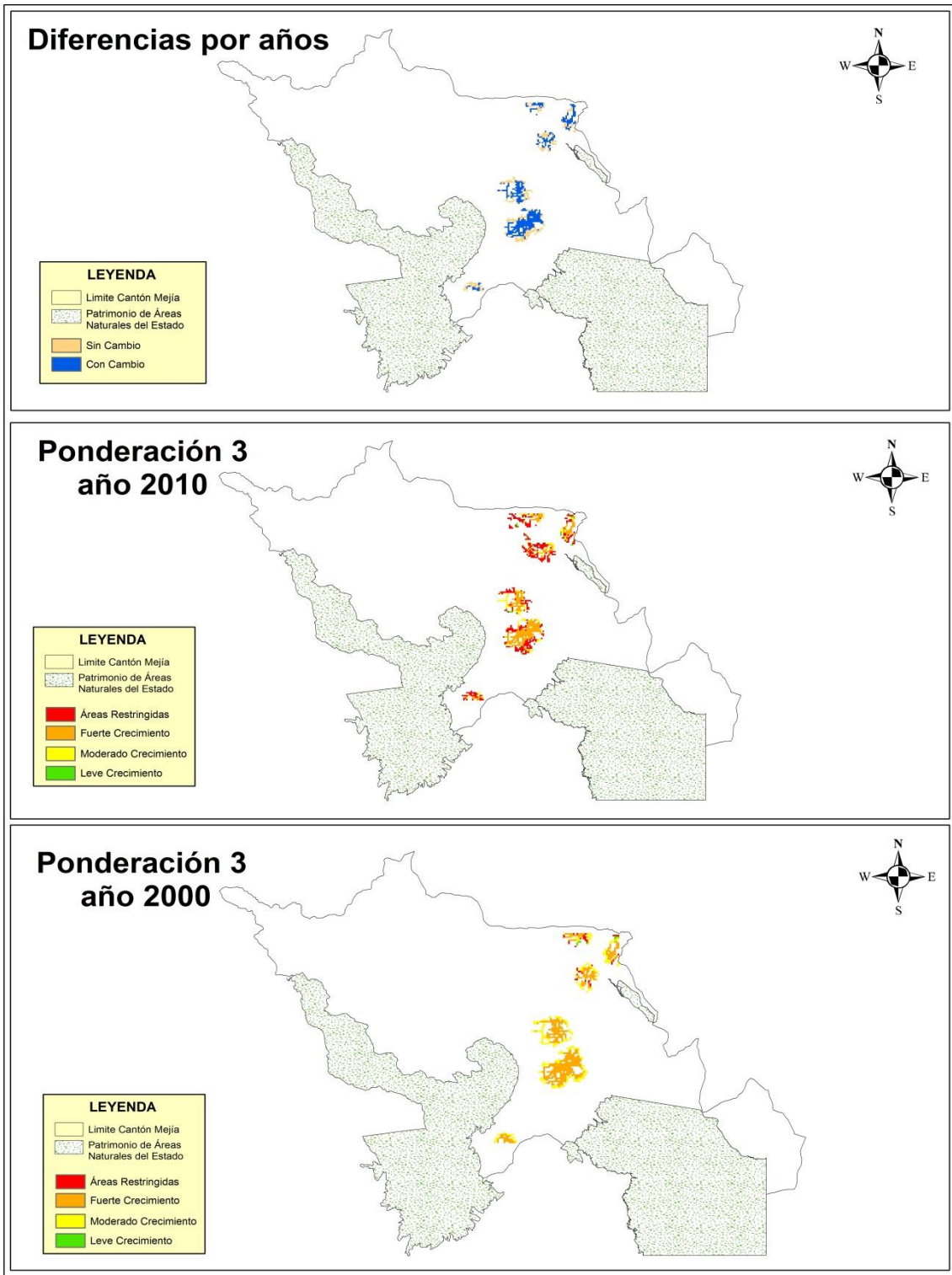


Gráfico 10: Escenario 3

Fuente: Auto

A manera de resumen se puede decir que:

Todos los escenarios planteadas en el modelo evidencian un crecimiento en la superficie cantonal definida como poblados entre los años 2000-2010 equivalente a un periodo de 10 años. Así lo evidencia el gráfico 11

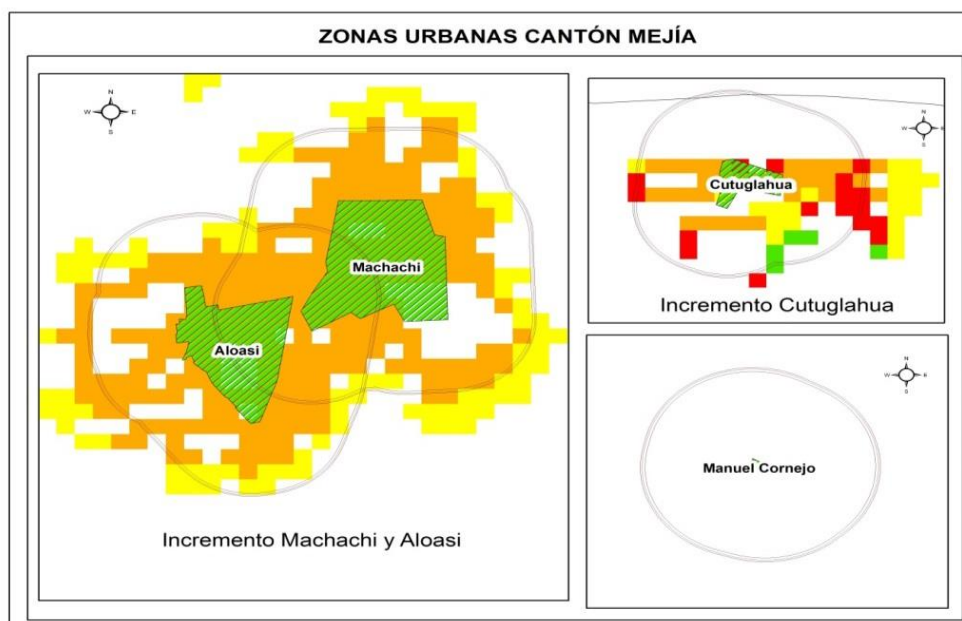


Gráfico 11: Crecimiento área poblada período 2000-2010 Fuente: Autor

Para resumir las áreas en las que creció la superficie urbana y hacia dónde se proyecta el crecimiento utilizaremos el resumen de los escenarios o ponderaciones que se presentan en la tabla 9.

Tabla 9: Resumen resultados escenarios

ESCENARIO 1	Año 2000	Año 2010	PROYECCION ha
	SUPERFICIE ha	SUPERFICIE ha	
Áreas Restringidas	156	1672	3188
Leve Crecimiento	32	92	152
Moderado Crecimiento	500	368	-236
Fuerte Crecimiento	2892	1792	-692

ESCENARIO 2	Año 2000	Año 2010	PROYECCION ha
	SUPERFICIE HA	SUPERFICIE HA	
Áreas Restringidas	156	1672	3188
Leve Crecimiento	32	72	112
Moderado Crecimiento	1512	816	-120
Fuerte Crecimiento	1880	1364	-848

ESCENARIO 3	Año 2000	Año 2010	PROYECCION ha
	SUPERFICIE HA	SUPERFICIE HA	
Áreas Restringidas	156	1672	3188
Leve Crecimiento	36	76	116
Moderado Crecimiento	1156	572	-12
Fuerte Crecimiento	2232	1604	-976

Fuente: autor

Según el modelo valorado las áreas que más crecieron durante el 2000 y 2010 fueron las definidas como restringidas y de leve crecimiento, mientras aquellas clasificadas como moderado crecimiento y fuerte crecimiento por las condiciones de aptitud que poseen, presentaron cifras de decremento. Así mismo las proyecciones para el 2020 mantendrían la misma tendencia.

De acuerdo con esta información, la tendencia de crecimiento urbano estaría colonizando zonas rurales, estableciendo poblados aislados, que no presentan las mejores condiciones de acogida y ejercen presiones sobre las áreas consideradas naturales o poco intervenidas por el ser humano. Para este caso se podría mencionar como ejemplo la parroquia rural Cutuclagua, que de acuerdo al INEC es la segunda más poblada del cantón, además es considerada ciudad dormitorio porque alberga a población móvil que reside en el cantón por actividades comerciales en

periodos de tiempo marcados; la relativa cercanía a la ciudad de Quito ha propiciado también el crecimiento desordenado de esta parroquia.

Por otro lado, las áreas que se registran como decremento (área de moderado y fuerte crecimiento urbano) posiblemente corresponden a la dinámica que vive el cantón Mejía con el establecimiento y consolidación de plantas industriales de diversa índole, como: lácteas, cosméticos, colchones, envasadora de bebidas, acerías, entre otras; ubicadas en su mayoría en las parroquias de Tambillo y Alóag.

Si a este análisis se involucra lo estimado en la fase I de proyección de crecimiento poblacional se puede decir que el crecimiento poblacional es directamente proporcional al crecimiento o expansión del área urbana (Tabla 10).

Tabla 10: Tabla comparativa crecimiento poblacional versus crecimiento urbano

DESCRIPCION	AÑO 2000	AÑO 2010	AÑO 2020
Crecimiento Población	62888 habitantes	81355 habitantes	108176 habitantes
Crecimiento Urbano	3924 ha.	3580 ha.	3314.66 ha.

Fuente: Autor

De acuerdo a la tabla comparativa, efectivamente la población y el área considerada como urbana, crecen; lo importante ahora es determinar si para el 2020 la superficie proyectada (3314,66 ha.) para crecimiento urbano más la ya destinada a este uso, estará en la capacidad de albergar en condiciones óptimas a 108176 habitantes. Estas son interrogantes que podrían ser solventadas con un estudio que considere mayor detalle respecto a la escala de trabajo que permita valorar la disponibilidad, accesibilidad a servicios básicos, centros educativos, entre otros.

9. CONCLUSIONES

- Tanto las variables biofísicas (pendiente, uso y cobertura del suelo) como las antrópicas (vías y poblados= ubicación de la población) son elementos que permiten modelar la tendencia de cambio uso de suelo en un promedio de diez años, siempre que se disponga de los insumos estandarizados en su contenido y escala de trabajo.
- Las técnicas de teledetección articuladas con SIG, son herramientas complementarias que facilitan la generación de cartografía temática siempre y cuando las imágenes satelitales sean recursos de uso universal (disponibilidad en cantidad y calidad).
- Las facilidades que presenta los SIG como herramienta permitió lograr los objetivos, pues la metodología planteada generó el modelo, el mismo que permite deducir las áreas que reflejan una tendencia de crecimiento del cantón Mejía hacia el 2020, tanto en proporción (número de ha.) como en dirección.
- De acuerdo a la información generada se puede decir que aquellas zonas que presentan un decremento en superficie, posiblemente se deba a cambios en el uso de suelo por lo que se recomienda efectuar un trabajo de campo que logre verificar los resultados obtenidos a fin de validar la metodología planteada.

- Los datos tendenciales de expansión territorial y crecimiento poblacional que se evidencian en los escenarios planteados y en las proyecciones poblacionales permitirán desde ya establecer mecanismos que posibiliten una planificación y ordenamiento territorial adecuado que cubra las necesidades básicas que requiere una población para su desarrollo en un espacio territorial determinado.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda desagregar la información censal quizá llegar a la nivel de sector disperso a fin de identificar la densidad poblacional y con ello evidenciar a una mejor escala la presión que ejerce la expansión urbana sobre las áreas rurales sean estas con cultivos o vegetación natural, o que simplemente no cumplan con las mínimas condiciones de acogida como la zona de Tandapi que presenta mayores condiciones de impacto que de aptitud.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Arcos V. María, A. y Elba M. Trujillo Carranza (2012). *Propuesta de un Plan de Ordenamiento Territorial de Cantón Mejía en base a la zonificación ecológica económica*. Sangolguí, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército (ESPE). 206p.
- Bosque Sendra, J. (2000). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, España. Ediciones Rialp, 2ª edición corregida, 451p.
- Buzai, G. D. (2010) *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica: Sus cinco conceptos fundamentales (Capítulo 7)*. Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina. 25p.
- CEPAL. (2003). *Estudio sobre la Distribución Espacial de la Población en Colombia*. Santiago de Chile: Publicaciones de las Naciones Unidas. 26p.
- CEPEIGE. (1997). *Síntesis de las Miniteris sobre Ordenamiento Territorial de los Cantones Mejía, Espejo y Mira*. Geografía Aplicada y Desarrollo N° 34. 57p.
- CEOTMA. (1991). *Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico: Contenido y Metodología (3era Ed.)*. Madrid: Centro de Estudios de Ordenamiento del Territorio y Medio Ambiente. Serie Manuales N° 3, Madrid, España. 572p.
- Chuvienco, E. (1993). *Integration of linear programming and GIS for land-use modeling*. International Journal of Geographical Information System. pp, 71-83.
- Chuvienco, E., 2002. *Teledetección Ambiental. La Observación de la Tierra desde el Espacio*. Barcelona: Editorial Ariel Ciencia. 586 p.
- Fabregat, V. (1999). *Fundamentos teóricos del control de las extracciones mediante teledetección*. En: Ballester, A., Fernández, J.A., López, J.A (ed). *Medida y Evaluación de las extracciones de agua subterránea*, pp. 89-104.
- Gómez, D. (1992). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Editorial Agrícola Española.
- Gómez D. (2008). *Ordenación Territorial- 2da Edición*. España-Madrid: Editorial Mundi-Prensa. 767p.

- Gómez, M. & Barredo, J. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio* (2 da Edición). Madrid: Ra-Ma. pp. 123-124-125.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. (2012). *Proyecciones de la Población de la República del Ecuador 2010-2050*. Julio 22, 2014, de INEC
Sitio web: http://www.inec.gob.ec/proyecciones_poblacionales/metodologia.pdf
- Livi, M. (2007). *Introducción a la Demografía* (3 era Ed.). Barcelona: Editorial Ariel, S.A. 28p.
- Olaya, V. (2011). *Sistemas de Información Geográfica*. 18 junio, 2014, de Victor Olaya Sitio web: ftp://ftp.ehu.es/cidira/profs/iipbaiza/Libro_SIG.pdf
- Paegelow, M.; Camacho, M.T. y Meno, J. (2003): *Cadenas de Markov, evaluación multicriterio y evaluación multiobjetivo para la modelización prospectiva del paisaje*. *Geofocus*, 3:22-24.
- Pérez, A. (2011). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica y la Geotelemática*. abril 15, 2014, UOC Sitio web:
<http://books.google.com.ec/books?id=xip1wtr8k58C&pg=PA330&dq=P%C3%A9rez,+2011+SIG&hl=es419&sa=X&ei=JQsCVNuKDojppgTa94K4CQ&ved=0CBoQ6AEwAA#v=onepage&q=P%C3%A9rez%2C%202011%20SIG&f=false>
- Pérez, M. (2011). *Aplicaciones de la teledetección y SIG en la caracterización de humedales en la reserva de la biosfera de la Mancha Húmeda*. Mayo 18, 2014, de Universidad Complutense de Madrid Sitio web:
http://eprints.ucm.es/13964/2/TFM_Maria_Perez.pdf
- Palacio, J.L. & Salaz S. (2001-2003). *Segunda Generación de Guías Metodológicas para la Elaboración de Planes Estatales de Ordenamiento Territorial - Memoria Escrita*. México: Instituto de Geofísica-UNAM. 535p.
- Palacio, M. Sánchez. (2004) *Indicadores para la caracterización y ordenamiento del territorio*. Universidad Autónoma de México. 161p.
- Rubiano, Norma. Et al (2003). *Población y Ordenamiento Territorial*, Universidad del Externado, UNFPA, MAVDT, 2003.
- Vargas J. (2002). *Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales*. Santiago de Chile: CEPAL. 84p.