

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA
Y DEL MEDIO AMBIENTE**

ARTÍCULO CIENTÍFICO

**“MODELAMIENTO DE CRECIMIENTO URBANO DE LA
CIUDAD DE MACHACHI PARA LA PLANIFICACIÓN DE
SERVICIOS BÁSICOS MEDIANTE EL USO DE
HERRAMIENTAS GIS”**

**AUTORA
ZANIPATÍN BOADA KARINA DE LOURDES**

**ING. RODOLFO SALAZAR
DIRECTOR**

**ING. PABLO PÉREZ
CODIRECTOR**

JUNIO, 2014

MODELAMIENTO DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE MACHACHI PARA LA PLANIFICACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS GIS

**RODOLFO SALZAR MARTÍNEZ (1), PABLO PÉREZ SALAZAR (1),
KARINA DE LOURDES ZANIPATÍN BOADA (2).**

(1)(2) CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y
LA CONTRUCCIÓN. UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS
ARMADAS – ESPE; email: rjsalzar@espe.edu.ec;
prperez@espe.edu.ec; karina_zb17@hotmail.com

RESÚMEN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una importante herramienta en las tareas de planificación y ordenación del territorio, con la ayuda de los SIG se ha creado un modelo cartográfico en una geodatabase (GDB) como una base más sólida para definir el futuro de poblaciones y lugares, en cuanto a la distribución espacial de las personas, la disposición de espacios geográficos, infraestructura, plantea al territorio como marco integrador en el que interactúan implicaciones físicas y sociales de las actividades humanas, y de esta manera evaluar la sostenibilidad del territorio en el futuro. Este estudio pretende aportar una herramienta técnica en base a criterios analizados y ponderados como uso del suelo, red vial, servicios básicos, ocupación del suelo y densidad poblacional, que generaron Áreas de Crecimiento Urbano que soporten de manera eficiente y oportuna el proceso de toma de decisiones en la planificación, gestión y evaluación de políticas con enfoque territorial ordenado.

Palabras Claves: Criterios Catastrales, Crecimiento Urbano, Geodatabase, Modelo cartográfico
Sistemas de Información Geográfico

ABSTRACT

The Geographic Information Systems (GIS) are important tools in the tasks of planning and land use, with the help of GIS a mapping model has been created in a geodatabase (GDB) as a solid basis for defining future populations and places, in terms of the spatial distribution of individuals, the provision of geographic spaces , infrastructure, raises the territory as a framework in which physical and social implications of human activities interact, and thus assess the sustainability of the territory in the future . This study aims to provide a technical tool based on analyzed and weighted criterias as, land use roads, utilities, land use and population density, generating Urban Growth Areas that support efficient and timely manner making process decisions in the planning, management and policy appraisal ordered territorial approach.

Keywords: Cadastral Criteria, Urban Growth, Geodatabase, Cartographic Model, Geographic Information Systems

Antecedentes

El cantón Mejía se constituye actualmente en uno de los principales centros de Producción Agropecuaria y de intercambio comercial de la Sierra - Norte del país. Su importancia radica en su ubicación estratégica en el contexto nacional, es el primer centro de integración de la red vial a nivel nacional al constituirse en un punto de integración regional: costa y sierra.

La ciudad de Machachi al ser su principal centro urbano, es la cabecera cantonal y la parroquia urbana más desarrollada del territorio jurisdiccional, constituyéndose en uno de los centros de acopio y de intercambio comercial más importantes de la provincia de Pichincha, por lo que es necesario un correcto manejo de su espacio territorial, para contar con un centro urbano planificado y ordenado, con un crecimiento regulado y sostenido.

Justificación

El Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi para la Planificación de Servicios Básicos con el Uso de Herramientas SIG, será un instrumento de Información y Planificación de la ocupación de la propiedad inmobiliaria, mediante la delimitación de áreas de incorporación urbana que constituirán zonas de aprovechamiento territorial, que facilitará la toma de decisiones y la solución de conflictos.

Es un hecho que la población urbana experimenta una expansión, por lo que la planificación sostenible de ciudades es un elemento estratégico para el bienestar común de la sociedad. La incorporación de áreas territoriales y urbanas es imprescindible para un desarrollo sostenible y ordenado con una constante necesidad de infraestructura vial, servicios básicos, equipamientos urbanos y otras consecuencias demandadas por el crecimiento urbano.

En este sentido la simulación de escenarios futuros con los Sistema de Información Geográfica, nos es de gran ayuda, para la formulación de planes coherentes de ordenación de territorial.

Alcance

El presente estudio del Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi, se desarrollara en base a los sistemas de tratamientos territoriales, ocupación y uso del suelo, densidad poblacional, red vial y servicios básicos que serán identificados y analizados en el área urbana y urbanizable de la ciudad de Machachi, los mismo que nos permitirá establecer y desarrollar el modelo y mediante la utilización de herramientas GIS obtendremos la propuesta de Crecimiento Urbano, con sus áreas de incorporación como un instrumento planificador territorial y así mejorar la calidad de vida de la población.

Localización geográfica

Aspecto Físico

Provincia: Pichincha

Cantón: Mejía

Parroquia: Machachi

Superficie área urbana: 741.36 ha

Altitud: 2940 msnm

Aspecto Demográfico

Población: 25.240 hab. Aprox. (año 2007)

Límites

Límites área urbana: Reforma a la ordenanza publicada en los Registros Oficiales No 697 y 957 del 1 de junio de 1987 y 15 de junio de 1988 respectivamente.

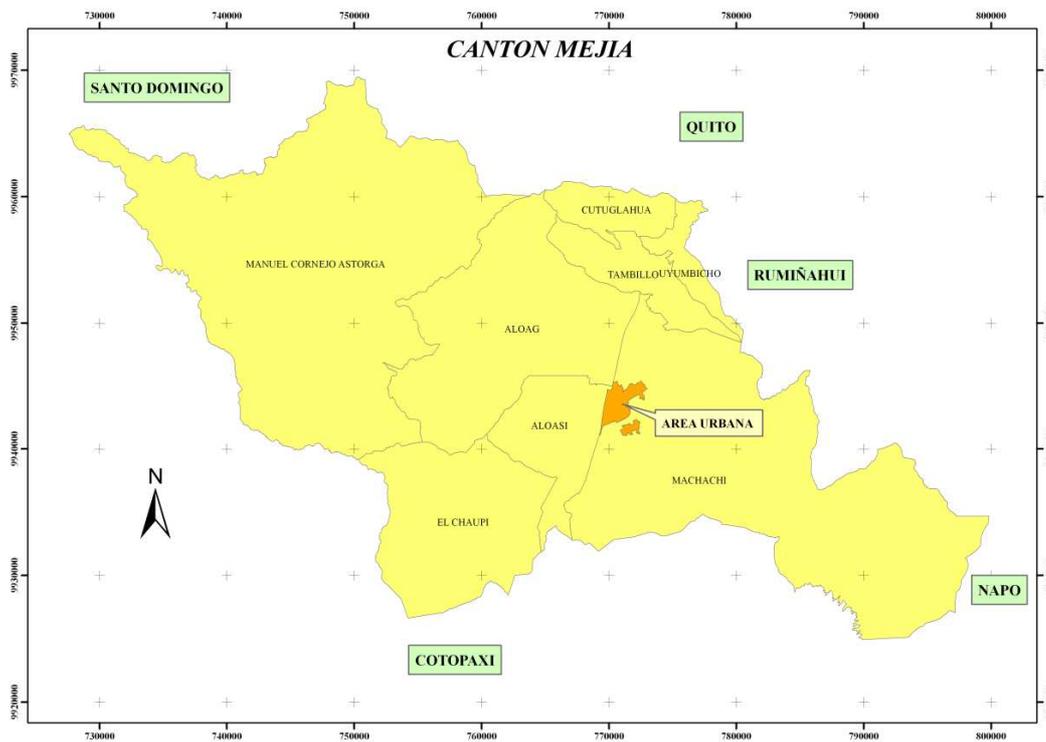


Figura 1. Ubicación del Área Urbana de la Ciudad de Machachi

METODOLOGÍA

1. ELABORACIÓN DEL PLANO BASE A ESC. 1:5000

A partir de la cartografía digital base y catastral a escala 1:1000, se obtendrán los planos base y temáticos a escala 1:5000

- Plano Base (**Plano 1**)
- Plano de Uso de Suelo
- Plano de Cobertura de Red Vial
- Plano de Cobertura de Agua Potable
- Plano de Alcantarillado
- Plano de Energía Eléctrica
- Plano de Unidades de Tratamiento Territorial
- Plano de Densidad Poblacional
- Plano de Ocupación de Suelo

2. DISEÑO, ESTRUCTURACIÓN Y GENERACIÓN DE LA GEODATABASE

Para el Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi para la Planificación de Servicios Básicos con el Uso de Herramientas SIG, es necesario conocer el concepto básico de SIG, ya que mediante el uso de este sistema de información como software, se generó la Geodatabase, del presente estudio, bajo el Modelo Conceptual, Lógico y Físico.

Un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas más complejos de planificación y gestión.(NCGIA, 1990)

Una Geodatabase o base de datos espacial, como parte del SIG soporta el almacenamiento físico de geoinformación, además la Geodatabase requiere de una serie de procedimientos que permitan hacer un mantenimiento de ella.

2.1 Modelo de Datos Geográficos

En general, se entiende por modelo de datos al conjunto de información que define las tablas en que ésta se va a almacenar, así como las relaciones existentes entre ellas y el resto de características que permiten conocer exhaustivamente la estructura de la información.

Un modelo de datos geográfico es una abstracción del mundo real que emplea un conjunto de datos y objetos que soportan ser desplegados como un mapa, consultas, edición y análisis.

Convencionalmente, el diseño de los modelos de datos comprende tres etapas secuenciales de modelado: conceptual, lógico y físico. Cuando el proceso de modelado de datos se lleva a cabo en estas tres etapas, las bases de datos llegan a ser más rigurosamente definidas, resultando en una serie de descripciones y especificaciones formalizadas progresivamente, llamados esquemas conceptual, lógico y físico. Bajo el concepto de entidad-relación (E-R), los modelos pueden definirse de la siguiente forma (Lo y Yeung, 2007): Modelo Conceptual, Modelo Lógico y Modelo Físico.

2.1.1 Modelo Conceptual

El propósito de este modelo es definir en términos amplios y genéricos el ámbito y los requerimientos de la base de datos identificando entidades relevantes en las funciones del proyecto, atributos que caracterizan la entidad, relaciones entre entidades y realizando el diagrama que representa los conceptos básicos del modelo. Representa el nivel más alto en el modelado de datos, debido a que describe el contenido más que la estructura de almacenamiento de la base de datos, usa diagramas conocidos como esquemas conceptuales. (UNIVERSIDAD DE GRANADA)

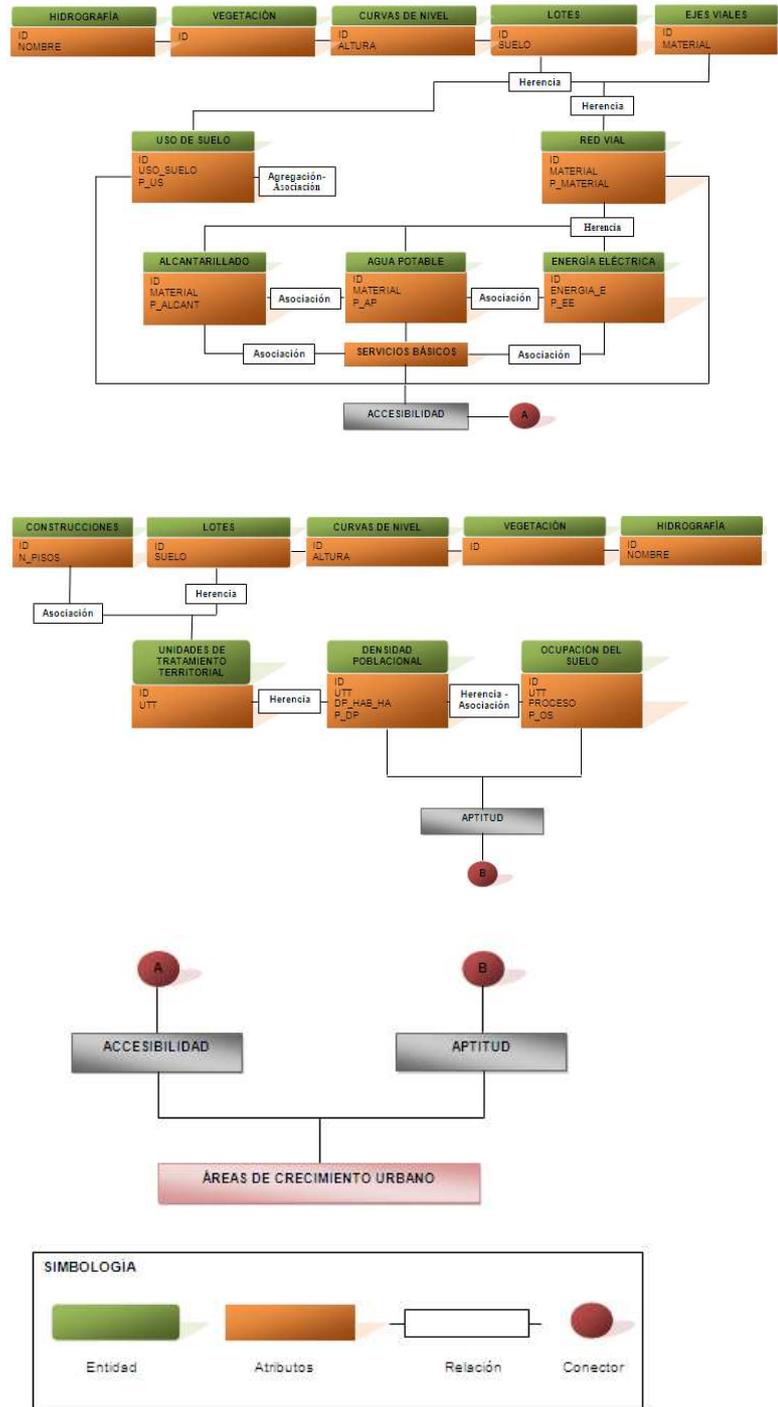


Figura 1. Modelo Conceptual

2.1.2 Modelo Lógico

Consolida, refina y convierte el esquema conceptual en un sistema específico de modelado definido como esquema lógico, a través de tres pasos:

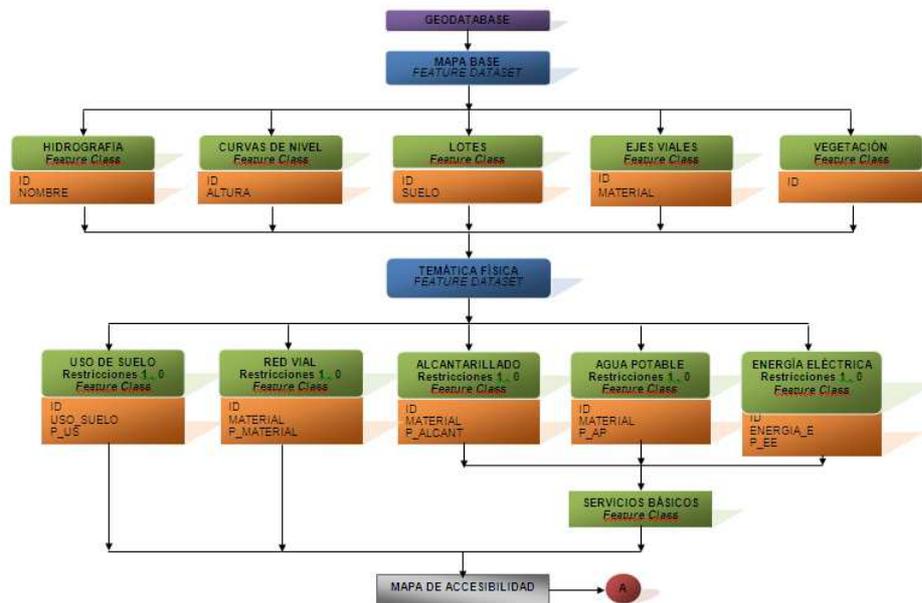
- Proyectar el esquema conceptual al esquema lógico
- Identificar las claves principales y secundarias
- Normalizar las tablas de atributos

Para el caso de bases de datos geospaciales es necesario adicionalmente, realizar el diseño de capas o coberturas para implementar el SIG.

Se definieron reglas de comportamiento de las distintas clases, y entre ellas, como lo son las restricciones.

Restricciones.- Son reglas que se aplican a un elemento o a sus características, son valores binarios que permiten definir si el objeto es válido o no para el estudio (Bosque., J). El valor que tomará el objeto válido será 1 (uno) y los no válidos será 0 (cero).

En el Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi, se colocó el valor de 1 para los atributos verdaderos, que nos permitirán obtener, después de un procesamiento de todos los datos, las áreas de crecimiento urbano. (Sparks)



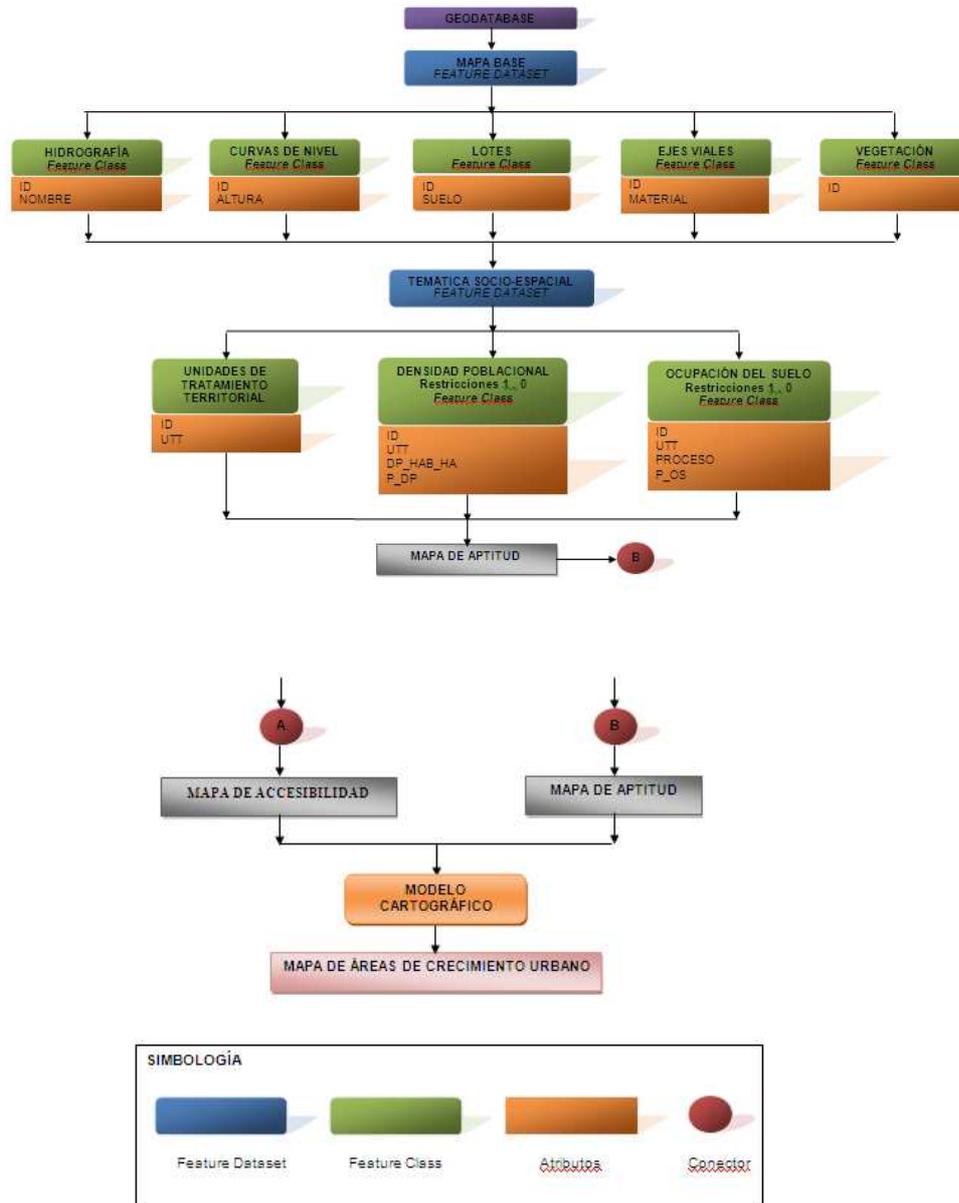


Figura 2. Modelo Lógico

2.1.3 Modelo Físico

Representa el nivel más bajo en el modelado de datos. Define la estructura específica de almacenamiento y las rutas de acceso a las bases de datos. Especifica cómo los datos serán almacenados y cómo fluirán dentro del proceso. Por lo tanto, este modelo es dependiente del software y del hardware que serán utilizados. El resultado es un esquema físico conocido como diccionario de datos que contiene las características de los ítems para las clases e ítems para los atributos y las especificaciones de la base de datos física.

El modelo físico de datos, la geodatabase propiamente dicha se ha realizado basado en el modelo lógico, antes realizado, mediante el agrupamiento lógico de entidades en datasets (contenedores de features – entidades espaciales- y las relaciones entre ellos), las propias entidades en features y las relaciones entre ellas en diferentes relaciones, utilizando para ello las clases y paquetes que ofrece la herramienta GIS para modelar todo el conjunto de información manejada. Con el diseño terminado y la geodatabase implementada, el siguiente paso en el proceso fue la carga de datos de la misma.

La representación de cada una de las clases en el diccionario de datos se realizó utilizando el formato que se muestra en la Figura 3.

Grupo de Objetos:			
Nombre del objeto:	Escala:	Tipo:	
	Fuente:	Representación	
		gráfica:	
Definición:			
Atributos	Tipo	Longitud	Descripción
Subtipo:			
Dominio:			
Observación:			

Figura 3. Estructura del Diccionario de Datos

2.2 Modelo de Datos Geográfico para el Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi

El modelo de datos geográfico surge como el resultado del diagnóstico de la situación territorial del área urbana de la ciudad de Machachi, de acuerdo con los resultados encontrados en el análisis de requerimientos se construyó la Geodatabase que agrupó la información de forma estratégica, teniendo en cuenta las características propias de la información, en 3 Dataset, 14 *feature class*, que dan cuenta de las acciones, necesidades y proyecciones del territorio Figura 4.

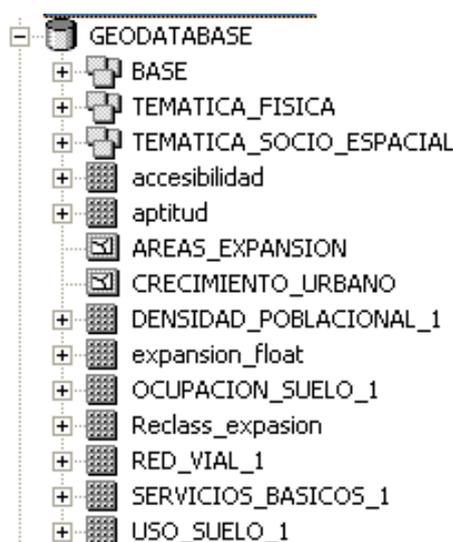


Figura 4. Estructura de la Geodatabase

En la Figura 5-6-7 se presenta un ejemplo de *feature class* por *dataset*.

Grupo de Objetos: Base				
Nombre del objeto: Construcciones	Escala:	1:1000	Tipo:	Polígono
	Fuente:	Municipio de Mejía	Representación gráfica:	
Definición: Construcciones asignadas con número de unidad y piso				
Atributos	Tipo	Longitud	Descripción	
N_PISOS	String	5	Número de la unidad de construcción y de piso	
Subtipo N_PISOS: 1-1, 1-2,"				

Figura 5. Ejemplo de los feature class en el Diccionario de Datos.

Grupo de Objetos: Temática Física				
Nombre del objeto: Uso_Suelo	Escala:	1:5000	Tipo:	Polígono
	Fuente:	Municipio de Mejía	Representación gráfica:	
Definición: Lotes que definen el uso de suelo				
Atributos	Tipo	Longitud	Descripción	
USO_SUELO	String	20	Nombre del uso de suelo	
P_US	String	1	Restricción "1" o "0"	
Subtipo Uso_Suelo: Habitacional, Comercial, Servicios, Áreas Recreativas, Instituciones Educativas, Salud				
Subtipo P_US: "1" o "0"				
Observación: Los lotes asignados con uso de suelo habitacional servirán para definir el crecimiento urbano				

Figura 6. Ejemplo de los feature class en el Diccionario de Datos.

Grupo de Objetos: Temática Socio Espacial				
Nombre del objeto: Ocupación_Suelo	Escala:	1:5000	Tipo:	Polígono
	Fuente:	Municipio de Mejía	Representación gráfica:	
Definición: Lotes asignados con la unidad de tratamiento territorial				
Atributos	Tipo	Longitud	Descripción	
UTT	String	6	Número de la unidad de tratamiento territorial	
PORC_CONSOLIDACION	Double		Porcentaje de Consolidación	
PROCESO	String	20	Proceso de Consolidación	
P_OS	String	1	Restricción "1" o "0"	
Subtipo UTT: UTT1 a UTT71				
Subtipo PORC_CONSOLIDACION: % de Consolidación para determinar el Proceso				
Subtipo PROCESO: Consolidado, En proceso, No consolidado				
Subtipo P_OS: "1" o "0"				

Observación: El proceso de consolidación se define en base a los habitantes por UTT

Figura 7. Ejemplo de los feature class en el Diccionario de Datos.

3. VARIABLES FÍSCAS Y SOCIO-ESPACIALES Y GENERACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA A ESC. 1:5000

3.1 Variables Físicas

3.1.1 Uso de Suelo

La clasificación del suelo responde a una visión estratégica y a una manifestación planificadora de criterios de uso sustentable para el desarrollo económico y social. Esta clasificación corresponde a características actuales, potenciales y de vocación, así como a sus restricciones por uso antrópico o de riesgo natural, por lo que se ha definido criterios previos para el Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi.

Para el análisis del uso del suelo se consideraron las siguientes categorías principales:

- Comercio y servicios
- Residencial
- Educación: jardín, primaria y secundaria
- Salud: hospital
- Recreación, culto

Por tal motivo la categorización de la cobertura de uso de suelo se la hizo bajo el siguiente criterio y restricciones Tabla 2:

Tabla 1. Restricciones de Uso de Suelo

Uso de Suelo	Restricciones
Comercial	0
Servicios	0
Habitacional	1
Educación	0
Salud	0
Áreas Recreativas	0

Plano 2. Plano de Uso de Suelo

3.1.2 Red Vial

Las vías son un insumo importante en el análisis de restricciones para el modelo, ya que de ellas depende la accesibilidad a los predios. En este caso la Red Vial también será un factor preponderante para la dotación de Servicios Básicos. Se definieron las restricciones según el tipo de material de vía. Los predios asignados con material de piedra y tierra carecen de buena red vial, por lo que este criterio será manejado para que las restricciones con estos atributos sean 1, así se muestra en la siguiente Tabla 2:

Tabla 2. Restricciones de Red Vial

Red Vial	Restricciones
Asfalto	0
Adoquín	0
Piedra	1
Tierra	1

Plano 3. Plano de Cobertura de Red Vial

3.1.3 Servicios Básicos

3.1.1.1 Agua Potable

La dotación de este Servicio Básico se ha definido en base a la cobertura de la Red Vial, en donde los predios asignados según el tipo de material de vía, ha permitido definir si el predio posee o no el servicio, es decir, los predios que tienen una vía de tierra tienen una restricción de 1 y los que tienen una vía de asfalto, adoquín y piedra se encuentran dotados de agua potable, por lo que se le ha asignado la restricción de 0, como se muestra en la siguiente Tabla 3:

Tabla 3. Restricciones de Agua Potable

Agua Potable	Restricciones
Asfalto	0
Adoquín	0
Piedra	0
Tierra	1

Plano 4. Plano de Cobertura de Agua Potable

5.1.3.2 Alcantarillado

Este Servicio Básico al igual que en la cobertura de Agua Potable ha sido definido según la asignación a los predios del tipo de material de la Red Vial, que permitió definir si poseen o no el servicio, es decir, los predios que tienen una vía de piedra y tierra tienen una restricción de 1 y los que tienen una vía de asfalto y adoquín se le ha asignado la restricción de 0, como se muestra en la siguiente Tabla 4:

Tabla 4. Restricciones de Alcantarillado

Alcantarillado	Restricciones
Asfalto	0
Adoquín	0
Piedra	1
Tierra	1

Plano 5. Plano de Cobertura de Alcantarillado

5.1.3.3 Energía Eléctrica

Toda el área urbana y urbanizable de este estudio posee el servicio de Energía Eléctrica, por lo que la restricción para toda esta cobertura es 0, como se muestra en la siguiente Tabla 5:

Tabla 5. Restricciones de Energía Eléctrica

Energía Eléctrica	Restricciones
Asfalto	0
Adoquín	0
Piedra	0
Tierra	0

Plano 6. Plano de Cobertura de Energía Eléctrica

3.2 Variables Socio-Espaciales

3.2.1 Unidades de Tratamiento Territorial

La realidad diferenciada de procesos urbanos que caracterizan a la ciudad y que abarcan desde los nuevos desarrollos hasta la situación y abandono del suelo y de la edificación, ha hecho que se incorpore el concepto de “tratamientos territoriales urbanísticos”

Se entenderá por Tratamientos Territoriales a la determinación del sentido de desarrollo físico que deben tener las actuaciones a desarrollarse (habilitación de suelo y edificación), en relación con la necesidad de consolidación, de calidad del espacio y de armonía tipomorfológica de las estructuras urbano territoriales, existentes o a desarrollarse.

Los distintos tipos de actuación se fijarán en áreas que serán delimitadas, en razón de su grado de consolidación, homogeneidad histórico-morfológica y necesidad de equilibrio funcional y de usos. Su territorialización se denominará Unidad de Tratamiento Territorial (UTT) y se ha tomado a cada uno de los barrios que conforman la ciudad de Machachi como una Unidad de Tratamiento Territorial que nos permitirán la asignación de la Densidad Poblacional y del grado de consolidación de la ciudad, es decir del proceso de Ocupación de Suelo. Se determinaron 71 Unidades de Tratamiento Territorial, 69 UTT en área urbana y 2 en área urbanizable.

Plano 7. Plano de Unidades de Tratamiento Territorial

3.2.2 Densidad de Población

3.2.2.1 Tendencias de Crecimiento

Para determinar la tendencia de crecimiento de la ciudad de Machachi es necesario identificar algunos parámetros que serán utilizados en el presente estudio y son los siguientes:

- Distribución de la población

Tabla 6. Distribución de la Población

PARROQUIA	1990	2001	2007	2010
Machachi	18.402	22.492	25.240	27623

Fuente: Datos censales del INEC.

- Tasas de crecimiento

Tabla 7. Variación de la Tasa de Crecimiento

PARROQUIA	1990-2001	2001-2007	2007-2010
Machachi	1,8	2,01	2,28

Fuente: Datos censales del INEC.

- Número promedio de integrantes por familia

Según los datos del INEC los integrantes promedio por familia es de **3,9 hab/familia**.

- Densidad neta proyectada

Tabla 8. Densidad Neta Proyectada

PARROQUIA	Área total urbana	Población proyectada para el área con 4.4hab/predio	Densidad neta proyectada	% de crecimiento anual
	ha	hab	hab/ha	%
Machachi	741,36	57085	110,00	2,00

Fuente: Plan de Uso y Ocupación del Suelo del Cantón Mejía año 2008, datos del departamento de Catastro.

5.2.1.1 Proyección de Población-Modelo de Crecimiento Exponencial

Para el cálculo de la proyección de población hasta el año 2025, se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_{i+n} = P_i(1 + T_c)^n$$

P_i=Población inicial

P_{i+n}=Población final

T_c=Tasa de crecimiento promedio

n=número de periodos que hay entre P_i y P_{i+n}

Que corresponde a un crecimiento exponencial con factor constante y sólo debe usarse para número de periodos cortos, ya que en cuestiones de población es improbable que se mantengan constante determinada tasa de crecimiento. (PROYECCIÓN DE POBLACIÓN)

La proyección de población al año 2025 para Machachi se muestra en la siguiente Tabla 9:

Tabla 9. Proyección de Población

PARROQUIA	2010	2015	2020	2025
Machachi	27623	30918	34608	38737

Después de haber identificado y analizado los parámetros anteriores se procedió a realizar varios cálculos para determinar la densidad poblacional real por unidad de tratamiento territorial como se muestra en la Tabla 10:

Tabla 10. Densidad Poblacional por UTT

UTT	AREA_ UTT/m ² (ÁREA CONST RUIDA)	ÁREA_ CONS TRUCCIÓN / HABITANTE (m ² /hab)	HABITANTES /UTT	AREA_ UTT/H A	DENSIDAD POBLACION AL (hab/ha)
UTT1	8371,17	28	299,12	3,56	84,13
UTT10	0	28	0,00	0,86	0,00
UTT11	0	28	0,00	1,20	0,00

UTT12	4007,40	28	143,19	1,12	127,38
UTT13	0,00	28	0,00	1,29	0,00
UTT14	2539,68	28	90,75	1,22	74,46
UTT15	3026,88	28	108,16	1,30	83,42
UTT16	3681,20	28	131,54	1,35	97,35
UTT17	13203,24	28	471,79	1,41	334,83
UTT18	15436,63	28	551,59	1,83	302,09
UTT19	9299,63	28	332,30	1,99	166,81
UTT2	194,43	28	6,95	8,01	0,87
UTT20	12825,90	28	458,30	2,14	214,26
UTT21	20179,93	28	721,08	2,20	328,07
UTT22	17683,22	28	631,87	2,46	256,71
UTT23	5747,22	28	205,36	2,37	86,70
UTT24	19856,48	28	709,52	2,32	306,26
UTT25	4319,13	28	154,33	2,80	55,20
UTT26	7167,47	28	256,11	2,53	101,23
UTT28	1898,60	28	67,84	2,57	26,39
UTT29	2864,08	28	102,34	2,67	38,36
UTT3	22999,60	28	821,84	11,91	69,02
UTT30	6593,16	28	235,59	2,86	82,47
UTT31	10753,75	28	384,26	2,80	137,20
UTT32	1906,84	28	68,14	3,29	20,74
UTT33	16613,73	28	593,65	3,46	171,62
UTT34	11026,03	28	393,99	3,60	109,56
UTT35	1876,92	28	67,07	3,72	18,01
UTT36	25758,02	28	920,40	3,31	278,14
UTT37	23510,52	28	840,09	3,75	224,18
UTT38	34993,80	28	1250,42	3,79	329,59

Bajo los criterios de arquitectura y urbanismo de Ocupación del Suelo que se muestra en la Tabla 11 y con la densidad neta proyectada de la Tabla 8 se obtuvieron los rangos para obtener el plano de Densidad Poblacional.

Tabla 11. % de Ocupación de Suelo

OCUPACIÓN DEL SUELO	%	Densidad neta proyectada (hab/ha)	Rango de densidad poblacional (hab/ha)
Consolidado	70-100	110	76-110 Alta
En Proceso	40 – 69	110	43 – 76 Media

No Consolidado	0 – 39	110	0 – 43 Baja
-----------------------	--------	-----	-------------

Plano 8. Plano de Densidad Poblacional

En esta cobertura se utilizó las restricciones que se muestra en la Tabla 12:

Tabla 12. Restricciones de Densidad Poblacional

Rango de densidad poblacional (hab/ha)	Restricciones
Mayor a 110	0
76 – 110 Alta	0
43 – 76 Media	1
0 – 43 Baja	1

3.3.3 Ocupación del Suelo

La definición de Tratamientos Territoriales conoce tres tipos de estructuras territoriales: consolidadas, en consolidación y futuro desarrollo (no consolidadas). Estas estructuras se diferencian por la asignación de usos, tipologías edilicias y niveles de intensidad de ocupación del suelo.

La Ocupación del Suelo se determinó en base al % de ocupación señalado en la Tabla 11, y al análisis de los habitantes óptimos y existentes en cada unidad de tratamiento territorial como se muestra en la Tabla 13:

Tabla 13. Ocupación de Suelo por UTT

UTT	AREA _HA	DENSIDA D NETA PROYECT ADA (hab/ha)	HAB OPTIMOS	HAB_UTT	% PROCE SO	PROCES O
UTT1	3,56	110,00	391,11	299,12	76,48	CONSOLI DADO
UTT10	0,86	110,00	94,28	0,00	0,00	NO CONSOLI DADO
UTT11	1,20	110,00	132,43	0,00	0,00	NO CONSOLI DADO
UTT12	1,12	110,00	123,66	143,19	115,80	CONSOLI DADO
UTT13	1,29	110,00	142,01	0,00	0,00	NO CONSOLI DADO
UTT14	1,22	110,00	134,06	90,75	67,69	EN PROCESO
UTT15	1,30	110,00	142,62	108,16	75,84	CONSOLI DADO
UTT16	1,35	110,00	148,64	131,54	88,50	CONSOLI DADO
UTT17	1,41	110,00	155,00	471,79	304,39	CONSOLI DADO
UTT18	1,83	110,00	200,85	551,59	274,62	CONSOLI DADO
UTT19	1,99	110,00	219,13	332,30	151,64	CONSOLI DADO

Plano 9. Plano de Ocupación de Suelo

En esta cobertura se utilizó las restricciones que se muestra en la Tabla 14:

Tabla 14. Restricciones de Ocupación de Suelo

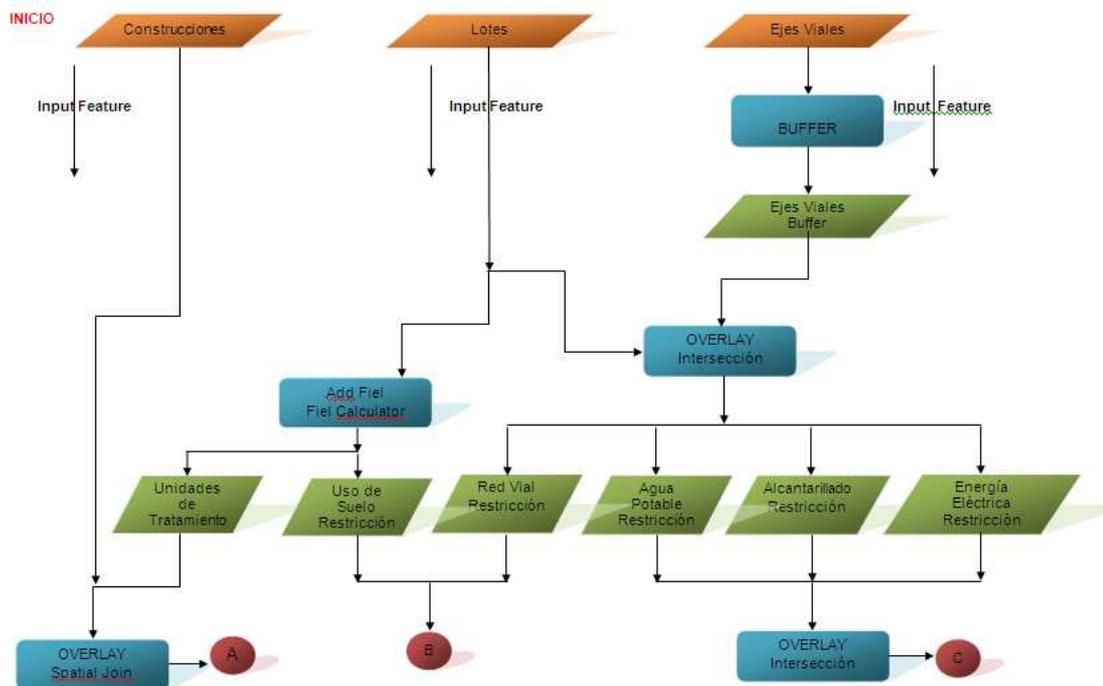
Proceso	Restricciones
Consolidado	0
En proceso	1
No Consolidado	1

4. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CARTOGRÁFICO DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE MACHACHI, PARA LA PLANIFICACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS

El Modelado espacial o cartográfico es la generación de modelos a partir de la aplicación de tecnología SIG, cada vez son más las disciplinas que no dejan pasar la oportunidad de incorporar las posibilidades de análisis y gestión que con la tecnología SIG se introducen, su aportación en los procesos generales de formación de modelos (entendiéndose a estos como una simplificación y abstracción de la realidad) ha sido, y continua siendo, una de sus características más identificativas.

Los SIG facilitan la integración de la información representando los fenómenos de un modo más cercano a la realidad, por lo que la tecnología SIG pone a nuestro servicio la posibilidad de tomar nuestras decisiones en función y controlando, las distintas variables que, de hecho intervienen en la vida misma.

4.1 Modelo Cartográfico



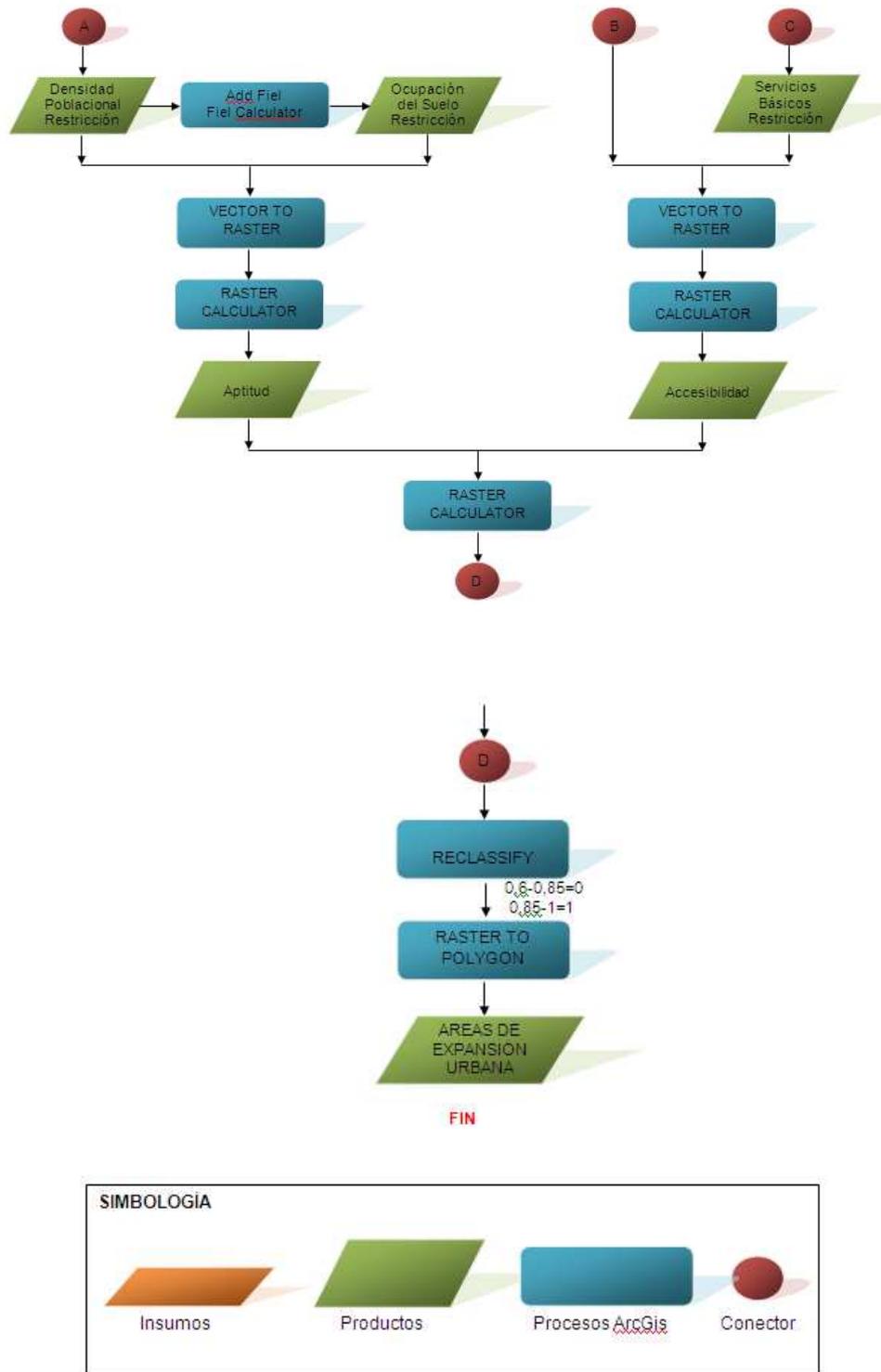


Figura 8. Modelo Cartográfico

4.2 Integración de los Criterios

Análisis Espacial

Es un conjunto de técnicas que facilitan el análisis de variables (criterios) para obtener alternativas y facilitar la toma de decisiones.

En este proyecto se ha aplicado el análisis espacial, basado fundamentalmente en la integración (superposición) cartográfica en relación con criterios de ponderación. Esto es, a partir de pesos y valores se especifica la importancia, limitación y afinidad de cada variable en el modelo. Se ha realizado el modelado cartográfico propio de los SIGs, pues estos se obtienen cuando “se integra en una secuencia lógica una serie de capas de información, operaciones del SIG topológicas y temáticas y juicios de valor, con el fin de buscar soluciones a determinados problemas de carácter espacial.” (BARREDO, 1996)

Ponderación

Permite definir el grado de importancia, puesto que entre los criterios analizados esta difiere. Esto se debe a la incidencia que puede tener cada criterio en la población y en el territorio. “Cuanto más elevado es el valor asignado al peso más importante es el criterio en el sistema global (Barba – Romero 1997)”

Tabla 15. Ponderación del criterio de acuerdo al orden (importancia) para obtener el Plano de Accesibilidad

Criterios	Pesos
Uso de Suelo	0,2
Red Vial	0,3
Servicios Básicos	0,5

Tabla 16. Ponderación del criterio de acuerdo al orden (importancia) para obtener el Plano de Aptitud

Criterios	Pesos
Densidad de Población	0,6
Ocupación de Suelo	0,4

En cada criterio fue aplicado el peso de la importancia que tiene dentro del análisis, esto dio como resultado el Plano de Accesibilidad y Aptitud, en donde se realizó una ponderación más para obtener las Áreas de Crecimiento Urbano, que se muestra en la Tabla 17:

Tabla 17. Ponderación del criterio de acuerdo al orden (importancia para obtener el Mapa de Áreas de Crecimiento Urbano

Productos	Pesos
Accesibilidad	0,6
Aptitud	0,4

Integración de Restricciones

Se realizó el algebra de los mapas obtenidos con valores de 0 (no válidos) y 1 (válidos) que fueron plasmados en las respectivas coberturas de geoinformación y transformadas en formato raster, generados con el valor de la restricción de cada capa temática y con sus respectivas ponderaciones.

La herramienta Raster Calculator permitió integrar los criterios (restricciones) para dar como resultado el Mapa de Accesibilidad y el Mapa de Aptitud y finalmente con los 2 resultados obtener el Mapa de Áreas de Crecimiento Urbano para la Planificación de Servicios Básicos:



Figura 9. Herramienta Raster Calculator

4.3 Procesamiento y Análisis de los resultados

Posteriormente se transformó el raster resultante a vector, mediante la herramienta *Raster to Polígono*, en donde se encuentran los polígonos con registro 1 (uno), es decir los resultados positivos o aptos para el Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi, como se muestra en la Figura 10.

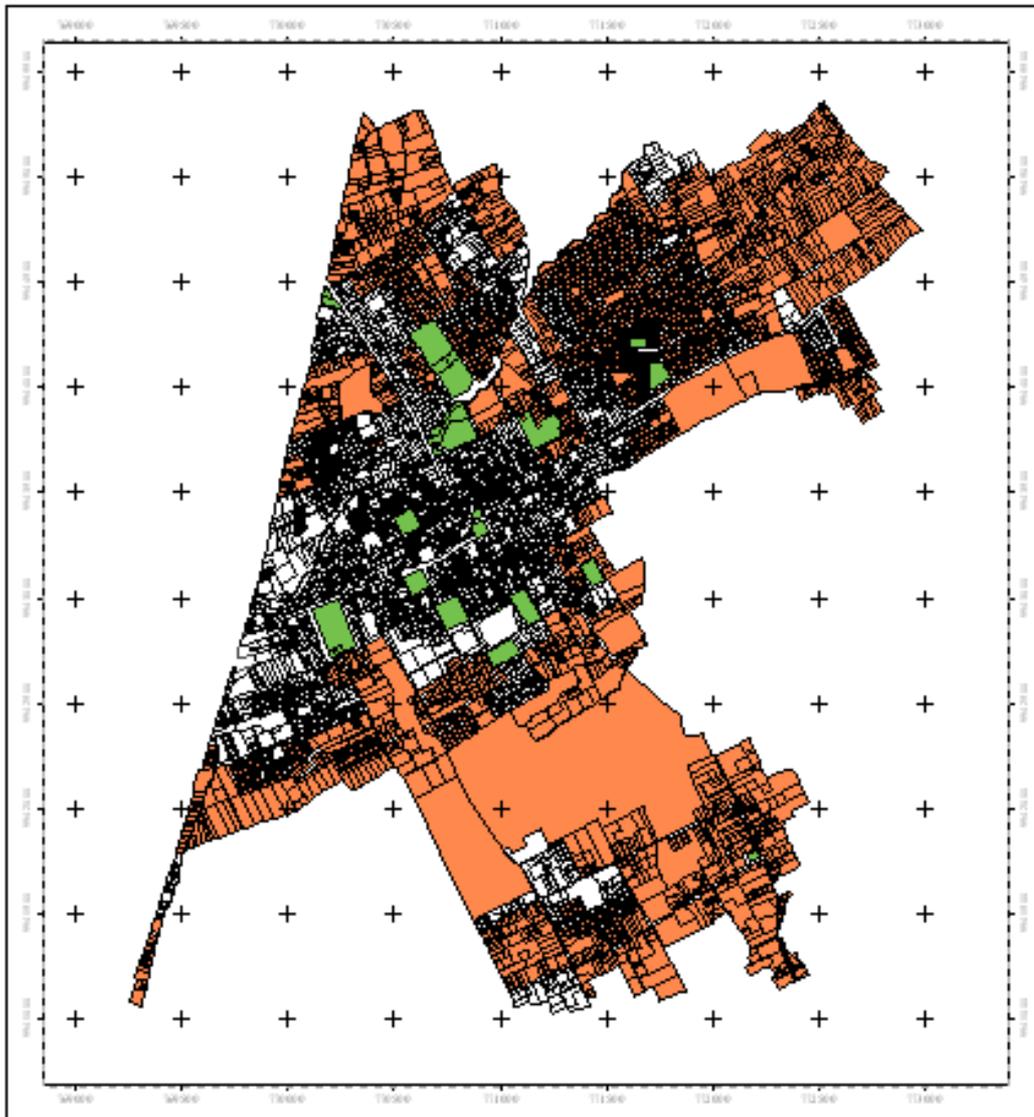


Figura 10. Áreas de Crecimiento Urbano

Para determinar el tiempo en que el área de crecimiento urbano resultado de este estudio será poblada, se tiene como datos los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Área de Crecimiento Urbano} &= 4618296,82 \text{ m}^2 \\ \text{Área de terreno y construcción por habitante} &= 91 \text{ m}^2/\text{hab} \end{aligned}$$

De donde:

Habitantes a poblar el Área de Crecimiento Urbano = Área de Crecimiento Urbano / Área de terreno y construcción por habitante

Habitantes a poblar el Área de Crecimiento Urbano = 50750 hab

En base a la proyección de población se determinó que toda el área de crecimiento urbano, será poblada en 45 años, por lo que estos predios podrán albergar el número de habitantes antes mencionado, de acuerdo a los criterios analizados.

Por lo tanto, la municipalidad debe estar preparada para ir dotando paulatinamente de servicios básicos a las áreas que podrán ser incorporadas en el crecimiento urbano

5. AGRADECIMIENTO

Al apoyo brindado a las siguientes personas:

- A mi Padre por brindarme a lo largo de mi vida su amor y fortaleza, de quien he aprendido lo más valioso de un ser humano, a ser humilde por sobre todas las cosas, por ser el mejor hombre del mundo quien me dio a la mejor madre del mundo, madre y amiga para toda mi vida.
- Al Ingeniero Pablo Pérez, Ingeniera Oliva Atiaga y Coronel Rodolfo Salazar, Catedráticos de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, por su gran aporte científico, grandes educadores y ejemplo a seguir para las generaciones.
- Al Ingeniero Juan Francisco Gallo, Director de Geomática y Catastros del GAD Mejía y sobre todo por su amistad y apoyo incondicional, durante y después de los años que trabajé junto a él.
- A mi tía Verónica Espinosa, quien siempre ha estado junto a mí con sus consejos para seguir adelante, culminar los objetivos y metas y sobre todo ser feliz.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antúnez, I., & Galilea, S. (Septiembre de 2003). Instrumentos y Estrategias de gestión urbana para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. Recuperado el 2014, de <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/5/13885/lc11968e.pdf>

García, L., & Otalvaro, D. (2009). Monografía para Especialista en Medio Ambiente y Geoinformática. Recuperado el 2014, de <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/57/1/DisenoMmodeloDatosGeografico%20.pdf>

MUNICIPIO. (2005). Plan de Desarrollo Estratégico de Mejía. Machachi.

MUNICIPIO. (2011). Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del Cantón Mejía. Machachi.

MUNICIPIO. (2008). Plan de Uso y Ocupación del suelo del Cantón Mejía. Machachi.

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN. (s.f.). Recuperado el 2014, de http://www.academia.edu/1471987/METODOS_de_PROYECCION_de_POBLACION

Sparks, G. (s.f.). Modelo Lógico. Recuperado el 2014, de Introducción UML: <http://www.sparxsystems.com.ar>

UNIVERSIDAD DE GRANADA. (s.f.). Diseño Conceptual. Granada.