



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

POSGRADO EN GEOGRAFÍA

**Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental
CIGA**

**“Modelo dinámico de cambio de cobertura y uso de
suelo en una zona de transición urbano - rural, entre
la ciudad de Morelia y el ejido Jesús del Monte”**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN GEOGRAFIA

PRESENTA

YURI QUIROZ ORTUÑO

ASESOR DE TESIS: Dr. JEAN FRANCOIS MAS

MEXICO

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar en los siguientes párrafos mis sinceros agradecimientos y reconocimientos por la contribución y apoyo de las siguientes personas en el desarrollo de la investigación planteada en este documento:

Alejandra Larrazabal de la Vía, del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Por el constante apoyo técnico en el procesamiento de información espacial y asesoría en el uso del programa ILWIS

Gustavo Ramírez Santiago, compañero de la maestría en Manejo Integrado del Paisaje (MIP) del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Por su gran ayuda y supervisión en el levantamiento y caracterización de la cobertura vegetal y uso del suelo en la zona de estudio.

Jean Francois Mas, del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Por el acompañamiento continuo y su excelente supervisión en el desarrollo de toda la tesis.

Britaldo Silveira Soares Filho, del Centro de Sensoriamento Remoto (CSR) de la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG) - Brasil

Por su enseñanza y gran ayuda en la conceptualización, diseño y entendimiento del modelo proyectivo.

Hermann Oliveira Rodrigues del Centro de Sensoriamento Remoto (CSR) de la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG) - Brasil

Por su ayuda constante en el entendimiento, manejo y resolución de problemas en la elaboración del modelo proyectivo.

A todos ellos muchas gracias.

*Cada quien es tan pequeño como el miedo que tiene
Y tan grande como el enemigo que elige*

Eduardo Galeano

*Dedicada a la memoria, la alegría,
la fuerza y la lucha de mi madre
Arminda Ortuño Villarroel*



INDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	9
1. Resumen	9
2. Introducción	9
2.1. Introducción General	10
2.2. Problema de la Investigación	11
2.3. Preguntas de investigación	11
2.3.1. Hipótesis	11
2.3.2. Objetivo General	11
2.3.3. Objetivos específicos	11
3. Área de estudio	12
3.1.1. Ubicación	12
3.1.2. Principales elementos Orográficos	12
3.1.3. Hidrografía	13
3.2. Crecimiento Urbano en la Ciudad de Morelia	13
3.2.1. Marco Histórico	13
3.2.2. Problemática Actual	16
3.2.2.1. Cambio en la Tenencia de la Tierra	16
3.2.2.2. Planes de Desarrollo Urbano	17
3.2.2.3. Fraccionadoras	18
3.2.2.3.1. Ciudad Tres Marías	19
3.2.2.3.2. Montaña Monarca	19
3.2.2.3.3. Cerro Verde	21
CAPITULO I.	
“CARACTERIZACIÓN DE COBERTURA, FLORA Y USO DEL SUELO”	23
1. Cambio de Cobertura y Uso del Suelo	23
2. Metodología	23
2.1. Sistema clasificatorio de cobertura, vegetación y uso del suelo	23
2.2. Materiales para la interpretación visual de cobertura y uso de suelo	25
2.3. Método de interpretación visual de cobertura y uso de suelo	25
2.3.1. Cubierta vegetal y uso del suelo (1969)	25
2.3.2. Cubierta vegetal y uso del suelo (1995)	25
2.3.3. Cubierta vegetal y uso del suelo (2004)	25
2.3.4. Cubierta vegetal y uso del suelo (2006)	26
2.3.5. Verificación de campo	26
2.3.6. Preparación de las bases de datos	27
3. Resultados y discusión	28
3.1. Leyenda utilizada para el análisis de cambio	28
3.2. Coberturas	30
3.2.1. Coberturas 1969	30
3.2.2. Coberturas 1995	31
3.2.3. Coberturas 2004	32
4. Conclusiones y Recomendaciones	34
CAPITULO II	
“ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL SUELO”	36
1. Cambio de cobertura y uso de suelo	36
2. Marco metodológico	37
2.1. Análisis de cambio de cobertura y uso del suelo	37
2.2. Estimación de los proceso de cambio	38
3. Resultados y Discusión	39
3.1. Análisis periodo 1969-1995 (t1 – t2)	39



3.2. Análisis periodo 1995-2004 (t2 – t3)	42
4. Conclusiones y Recomendaciones	47

CAPITULO III

“MODELIZACIÓN PROYECTIVA DE COBERTURA Y USO DEL SUELO”	48
1. Modelos de Predicción	48
1.1. Concepto	48
1.2. Tipos de modelización	48
1.3. Autómatas Celulares	49
2. Metodología	52
2.1. Determinación y elección de variables de entrada	52
2.1.1. Variables que controlan los cambios	52
2.1.2. Reclasificación de Cobertura y Uso de suelo	54
2.2. Calibración del Modelo	55
2.2.1. Calculo de la Matriz de Transición	55
2.2.2. Calculo de los Rangos de Pesos de Evidencia	56
2.2.3. Calculo de los Pesos de evidencia	57
2.2.4. Análisis de correlación de las variables	60
2.3. Modelamiento	61
2.3.1. Modelo conceptual	61
2.3.2. Análisis de comportamiento de los pesos de evidencia	64
2.3.3. Análisis y determinación de los parámetros de Patcher y Expander	65
2.3.3.1. Expander	65
2.3.3.2. Patcher	66
2.4. Validación del Modelo	66
2.4.1. Prueba de la función de decaimiento exponencial	67
2.4.2. Prueba de la función constante del decaimiento con ventanas múltiples	67
3. Resultados y discusión	68
3.1. Variables que controlan los cambios	68
3.2. Cobertura y uso de suelo reclasificados	71
3.3. Calibración del Modelo	72
3.3.1. Determinación y elección de variables de entrada	72
3.3.2. Matriz de Transición	73
3.3.3. Rangos de Pesos de Evidencia	76
3.3.4. Pesos de evidencia	77
3.3.5. Correlación de los Pesos de Evidencia	78
3.4. Modelización	78
3.4.1. Pesos de Evidencia	79
3.4.2. Parámetros de Fragmentación y Expansión	85
3.4.2.1. Fragmentación	86
3.4.2.2. Expansión	86
3.5. Validación de modelo	87
3.5.1. Prueba de la función de decaimiento exponencial	89
3.5.2. Prueba de la función constante del decaimiento con ventanas múltiples	89
3.6. Modelo de simulación 2015 (Escenario I)	90
3.7. Mejoras y otros posibles escenarios (Escenarios II y III)	92
4. Conclusiones y recomendaciones	96

CAPITULO IV

“EVALUCION DE LA APLICACIÓN Y FUNCIONALIDAD DEL MODELO PROYECTIVO”	99
1. Introducción	99
2. Metodología	99
3. Análisis y discusión de entrevistas	100
3.1. Análisis del contexto actual	100
3.2. Identificación de los actores que intervienen	103



3.3. Identificación del proceso de cambio	106
3.4. Sobre el Modelo (metodología)	108
4. Conclusiones y recomendaciones	111
DISCUSION Y CONCLUSIONES GENERALES	113
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	117
INDICE DE FIGURAS	
INTRODUCCIÓN	
Figura 1: Ubicación de la zona de estudio	12
Figura 2: Acercamiento de la zona de estudio	13
Figura 3: Consecuencias de la actual relación Ciudad - Medio ambiente	16
Figura 4: Cambio a través del tiempo, en la política urbana de los planes de desarrollo urbano de la ciudad de Morelia	18
Figura 5: Fraccionamiento "Montaña Monarca"	21
Figura 6: Vista Panorámica del fraccionamiento Cerro verde	22
CAPITULO I	
Figura 1: Puntos de control en campo	24
Figura 2: Entrevista a actores locales	24
Figura 3: Metadatos para estandarización de mapas	28
Figura 4: Mapa de Cobertura 1969	31
Figura 5: Mapa de Cobertura 1995	32
Figura 6: Mapa de Cobertura 2004	34
CAPITULO II	
Figura 1: Esquema del modelo de cambio	37
Figura 2: Matriz para la designación de procesos de cambio	38
Figura 3: Procesos de Cambio 1969 – 1995	39
Figura 4: Cambio de Coberturas 1969 – 1995	40
Figura 5: Tasa de cambio 1969 – 1995	41
Figura 6: Procesos de Cambio 1995 – 2004	42
Figura 7: Cambio de Coberturas 1995 - 2004	44
Figura 8: Tasa de cambio 1995 - 2004	44
Figura 9: Tendencias de cambio de cobertura	46
Figura 10: Tendencia de los procesos de cambio	46
CAPITULO III	
Figura 1: Dos ejemplos (1,2 y 3) de autómata celular "Juego de la vida "	50
Figura 2: Árbol de decisiones para la discriminación de variables	53
Figura 3: Esquema metodológico de procesamiento de variables	54
Figura 4: Esquema de reclasificación	55
Figura 5: Modelo para el cálculo de matriz de transición	56
Figura 6: Modelo para el cálculo de rangos de pesos de evidencia	56
Figura 7: Modelo para el cálculo de pesos de evidencia	60
Figura 8: Modelo para el cálculo de correlación de las variables	61
Figura 9: Esquema de modelo conceptual del caso de investigación	63
Figura10: Preguntas para el análisis de comportamiento de pesos de evidencia	64
Figura11: Transición de probabilidades después de aplicar la función expander	65
Figura12: Algoritmo patcher para escoger una mancha	66
Figura13: Modelo de prueba de la función de decaimiento exponencial	67
Figura14: Modelo de prueba de la función constante del decaimiento con ventanas múltiples	68
Figura 15: Base de datos preliminar de las posibles variables que influyen en el cambio de cobertura y uso del suelo	71



Figura 16: Cobertura y uso de suelo reclasificados del periodo 1995 - 2004	71
Figura 17: Porcentaje de cambio de coberturas de 1995 - 2004	75
Figura 18: Tendencia de cambio de coberturas para el periodo 1995 – 2004	76
Figura 19: Ejemplo de rangos de pesos de evidencia para la transición 1 a 3	77
Figura 20: Ejemplo de pesos de evidencia para la transición 1 a 3	77
Figura 21: Correlación detectada entre pesos de evidencia	78
Figura 22: Ejemplo de pesos de evidencia sin modificación	79
Figura 23: Ejemplo de pesos de evidencia con modificación leve	80
Figura 24: Ejemplo de pesos de evidencia fuertemente modificados	81
Figura 25: Ejemplo de pesos de evidencia descartados	82
Figura 26: expresión espacial de probabilidad para cada transición	84
Figura 27: tablas de proporción de polígonos que se expresan por fragmentación o expansión	85
Figura 28: Tablas con los parámetros para la función partcher	86
Figura 29: tablas con los parámetros para la función expander	87
Figura 30: Ejemplo de la diferencia en la sobreposición para la comparación de la cobertura 2006 vs. S3, para un tamaño de ventana de 51 píxeles	89
Figura 31: Prueba de validación cobertura 2006 vs. S1, S2, S3	90
Figura 32: Cobertura vegetal y uso de suelo simulada para el 2015	91
Figura 33: Cobertura vegetal y uso de suelo simulada para el 2006, con tasa de urbanización triplicada (simulación Z3)	92
Figura 34: prueba de validación cobertura 2006 vs. Z1, Z2, Z3	92
Figura 35: Cobertura vegetal y uso de suelo simulada para el 2015, con tasa de urbanización triplicada	93
Figura 36: Cobertura y uso de suelo simulada para el 2015, con tasa de urbanización triplicada comparada con los límites de la variable “Infraestructura a construir”	94
Figura 37: Cobertura vegetal y uso de suelo simulada para el 2015, con tasa de urbanización triplicada, transición bosque a asentamiento humano incluida y pesos de evidencia elevados para la influencia de la variable “infraestructura programada “	95
Figura 38: Comparación de los tres diferentes posibles escenarios	96
FIGURAS (CAPITULO IV)	
Figura 1: Diagrama de Venn, resultante de las tres entrevistas a los actores clave	103
Figura 2: Esquema del proceso de cambio en la zona de estudio según entrevistados y sus posibles variantes	107
INDICE DE TABLAS	
CAPITULO I	
Tabla1: Resumen de materiales empleados para la interpretación visual de cobertura y uso de suelo	25
Tabla 2: Especies vegetales identificadas	28
Tabla 3: Ejemplo de codificación de flora	29
Tabla 4: Tipos de usos identificados	29
Tabla 5: Leyenda de cobertura para la localidad de Jesús del Monte	30
CAPITULO II	
Tabla 1: Matriz de cambio t1 –t2 (Tasas en porcentaje anual)	40
Tabla 2: Índice de importancia para Procesos de cambio t1 –t2	41
Tabla 3: Matriz de cambio t2 –t3 (Tasas en porcentaje anual)	43
Tabla 4: Índice de importancia para Procesos de cambio t2 –t3	45
CAPITULO III	
Tabla1: Características de algunos modelos basados en autómatas celulares	51
Tabla 2: Variables seleccionadas para el modelo proyectivo	72
Tabla 3: Matriz de probabilidades de transición de paso simple (periodo 1995-2004)	74



Tabla 4: Matriz de probabilidades de transición de paso múltiple (paso de un año)	74
Tabla 5: Transiciones detectadas y tomadas en cuenta en el modelo proyectivo	74
Tabla 6: Resumen de corrección de pesos de evidencia	83
Tabla 7: Primeros y segundos resultados de comparación, cobertura 2006 vs. S1, S2, S3, para una ventana de 51 píxeles (510 * 510 m)	89
CAPITULO IV	
Tabla 1: Identificación de los principales “cuellos de botella”, por parte del propietario local	105
Tabla 2: Identificación de los principales “cuellos de botella”, por parte del diputado federal	105
Tabla 3: Identificación de “buenas practicas”, por parte del propietario local	106
Tabla 4: Análisis FODA de la metodología empleada en la modelización	109
ANEXOS	121
CAPITULO I	
ANEXO Cap.I-A	122
ANEXO Cap.I-B	135
CAPITULO II	
ANEXO CAP.II	146
CAPITULO III	
ANEXO CAP III-A	151
ANEXO CAP III-B	166
ANEXO CAP III-C	169
CAPITULO IV	
ANEXO CAP IV-A	193
ANEXO CAP IV-B	202
ANEXO CAP IV-C	209



1. Resumen

El contexto de crecimiento urbano acelerado en la ciudad de Morelia y su posible impacto en la sociedad, hacen que sea importante entender qué propicia y como se expresa la dinámica de cambio de cobertura y uso del suelo en el tiempo, especialmente en las áreas rurales aledañas, a fin de prever su futuro comportamiento espacial y sensibilizar a su población sobre algunos de sus posibles efectos. Con este propósito, se eligió una pequeña zona de transición rural – urbana, entre la ciudad de Morelia y el ejido Jesús del Monte.

Antes de realizar el modelo de cambio como tal, se elaboró un sistema de clasificación que incluye información de especies vegetales, cobertura y uso de suelo, que fue usado en la leyenda de los mapas para los años 1969, 1995 y 2004. Con base en estas capas se elaboró y caracterizó un modelo de procesos de cambio de cobertura y uso de suelo, para los periodos 1969-1995 y 1995-2004, fundamentado en matrices marcovianas, que dieron las pautas iniciales en el entendimiento de la dinámica de cambio de cobertura y uso del suelo en la zona.

A partir de los resultados encontrados en los análisis de los procesos de cambio de cobertura y uso del suelo; las capas de cobertura reclasificadas de las dos últimas fechas, sus respectivas tasas de cambio, las variables biofísicas, previamente recopiladas y seleccionadas, y el cálculo de probabilidad de cambio, basado en los pesos de evidencia, se elaboró un modelo prospectivo de cambio, explícitamente espacial, basado en autómatas celulares; mismo que fue evaluado y validado con el mapa de cobertura y uso suelo del 2006. Culminada la calibración y validación, este modelo fue corrido hasta el año 2015.

Tres escenarios prospectivos, resultantes de la aplicación del modelo y sus variaciones, fueron confrontados y analizados por medio de entrevistas a un propietario local, un funcionario público y un diputado federal, entendidos y relacionados con la problemática de la zona con el propósito de evaluar, de manera indicativa, los escenarios resultantes, así como la funcionalidad y algunas posibles aplicaciones de la metodología empleada para realizar el modelo. De igual forma se indagó en las entrevistas, sobre el contexto en el que se dio, se da y dará el cambio de cobertura y uso del suelo en la zona de estudio, con el objeto de proporcionar una idea de los posibles factores, sociales, económicos, políticos y culturales que propician la dinámica de cambio.



2. Introducción

2.1. Introducción General

El uso de modelos predictivos para la generación de escenarios futuros de cambio de uso del suelo pueden resultar muy útiles. Estos modelos, complementados con el uso de indicadores de sostenibilidad, pueden, por ejemplo, ayudar sustantivamente al reto del desarrollo sostenible de nuestras naciones y específicamente en la gestión ambiental del crecimiento urbano. (Henríquez, 2007).

En este contexto el uso de modelos predictivos de cambio de uso del suelo, empleando los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la Percepción Remota, representa una importante oportunidad para anticipar, prevenir y mitigar dinámicas insostenibles de las actuales formas de crecimiento urbano. En particular los modelos de crecimiento urbano espacialmente explícitos de alta resolución espacial, que han emergido fuertemente los últimos quince años (Batty y Xie, 2005), podrían ser especialmente ventajosos para la generación de escenarios futuros, ya sea en el contexto de la planificación urbana o en el sistema de evaluación de impacto ambiental que la mayoría de los países latinoamericanos ha adoptado. (Henríquez, 2007)

Estos modelos permiten la incorporación de la incertidumbre en la predicción de escenarios futuros. En su aplicación requieren operarse sobre un SIG para obtener los elementos gráficos sobre los que se aplicarán las reglas de transición, las funciones de relación y sobre el cual expresar el resultado de la evolución temporal. De esta manera, se integran la dimensión espacial de los SIG y la dimensión temporal de los autómatas celulares (Henríquez, 2007).

Al explorar sobre el cambio de cobertura y uso de suelo de nuestra zona de estudio, se evidenció una fuerte presión de crecimiento urbano entre la ciudad de Morelia y el ejido Jesús del Monte. A partir de esta observación preliminar, surgió la preocupación de entender cuales son las causas y los factores que llevan a esta presión y por que esta zona se estaba transformando drásticamente de un paisaje de zonas de vocación primaria a uno de zonas urbanas.

Bajo esta óptica, durante la elaboración de esta investigación, en la medida que se fue profundizando sobre el proceso de crecimiento en la ciudad de Morelia, quedó expuesta la complejidad que conlleva el entender las variables que mejor explican los patrones de cambio de cobertura y uso de suelo en esa zona de transición rural a urbano y como pueden expresarse espacialmente en un futuro.

Por último, el conocimiento de la sociedad sobre esta temática de cambio de cobertura y uso de suelo, muestra que aun existe una fuerte apatía y desinformación sobre los efectos que este crecimiento acelerado puede desencadenar en un futuro cercano. Por esta razón esta investigación se constituye en un esfuerzo por tratar de evaluar si es posible proyectar un escenario futuro y en como es que este puede influir en la gestión del territorio y en la sensibilización de la población moreliana sobre las causas y efectos del crecimiento urbano que su ciudad experimenta en la actualidad y en como esta dinámica podría expresarse.



2.2. Problema de la Investigación

El crecimiento poblacional, la creciente demanda de recursos y su consecuente impacto en el medio ambiente, hacen que sea importante contar con información y herramientas que ayuden a la planificación del uso del suelo y la organización del territorio.

Los análisis de cambio de uso y cobertura del suelo son herramientas poderosas para la toma de decisiones sobre el manejo, uso y administración de los recursos naturales y nos ayuda a entender mejor la dinámica de los procesos de cambio en el tiempo, constituyéndose así en una fuente importante de información para saber cuales son las direcciones y tendencias de cambio (Velázquez, 2002).

Resulta entonces importante proyectar espacialmente estas direcciones y tendencias para identificar cuales podrían ser las áreas más dinámicas en los cambios. De esta manera muchos de los recursos que son invertidos para mitigación ambiental y la solución de conflictos socioeconómicos pueden ser reducidos o ahorrados a través de políticas y programas de prevención.

Por otro lado, los modelos prospectivos de cambio, son importantes como instrumentos de sensibilización, que ayudan a los tomadores de decisiones y a la población en general a entender mejor los posibles escenarios en los que se desenvuelven o desenvolverán. En este sentido se decidió explorar las posibilidades de la modelización basados en autómatas celulares, en el contexto de transición de un área urbano-rural.

En Morelia uno de los sectores más afectados por los procesos de cambio son localidades como la de "Jesús del Monte", que por su cercanía se encuentra a merced de las influencias del crecimiento urbano de la ciudad de Morelia y al mismo tiempo son objeto de demanda de productos primarios y zonas de esparcimientos o recreación.

2.3. Preguntas de investigación

2.3.1. Hipótesis

Es posible proyectar y espacializar la dinámica de cambio de cobertura y de uso de suelo en un área de transición urbano-rural.

2.3.2. Objetivo General

Expresar espacialmente en un área de transición urbano-rural, el pronóstico de cambio de uso de suelo a través de un modelo dinámico para el año 2015, con base en el análisis de cambio para los años 1969, 1995, 2004 y 2006.

2.3.3. Objetivos específicos

- ✚ Caracterizar la cobertura, vegetación y uso del suelo para los años 1969, 1995 y 2004



- Desarrollar un análisis de los procesos de cambio de cobertura y uso del suelo para las fechas 1969, 1995, 2004
- Establecer las variables que determinan los patrones de crecimiento urbano-rural en la zona
- Evaluar y analizar de manera indicativa la aplicación y funcionalidad del modelo proyectivo resultante, en la toma de decisiones para fines de planificación en desarrollo urbano, dentro del contexto del área de estudio.

3. Área de estudio

3.1.1. Ubicación

La Localidad de “Jesús del Monte” se localiza 5 Km al sureste de Morelia. Esta colinda al norte con la ciudad de Morelia; al sur con la tenencia de San Miguel del Monte; al este con el municipio de Charo; al Oeste con la tenencia de Santa María de Guido (Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente Municipal, 2004).



Figura 1: Ubicación de la zona de estudio (en amarillo)

3.1.2. Principales elementos Orográficos

Se localiza al Norte de esta tenencia, el cerro de la Coronilla Chica y Grande (2,200 m.s.n.m.), el cerro Guajolote y el puerto El Venado. Al este el Puerto el Pinito, El Durazno, Las Triguillas, La Tijera, el cerro El alto y de En medio (2,250 m.s.n.m.) y el cerro azul. Al sur el cerro Tumbisca, La cantera y el puerto Biluta. Al Oeste el puerto Cuadrillo y el cerro el Gigante (Secretaría de desarrollo urbano y medio Ambiente Municipal 2004).



CIGA

CENTRO DE INVESTIGACIONES
EN GEOGRAFIA AMBIENTAL

Modelo dinámico de cambio de cobertura y uso de suelo en una zona de transición urbano - rural, entre la ciudad de Morelia y el ejido Jesús del Monte

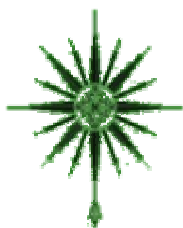


Figura 2: Acercamiento de la zona de estudio. En rojo el límite de la cuenca del río Chiquito y en azul el área de estudio.

3.1.3. Hidrografía

Como se observa en la figura 2, en esta tenencia nace el río Chiquito, que es parte de la cuenca del mismo nombre, el cual es alimentado por los arroyos La cuadrilla y agua escondida, más adelante se une con el arroyo el salitre y luego se une con el arroyo El Peral y río bello para finalmente unirse dentro de la ciudad de Morelia con el Río Grande.

Las comunidades que pertenecen a la tenencia son: Los Amoles, Buena vista, Jesús del Monte, El Laurelito, Río Bello, San José de las Torres y Tumbisca (Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente Municipal, 2004).

3.2. Crecimiento Urbano en la Ciudad de Morelia

3.2.1. Marco Histórico

La primera etapa que debe de considerarse como antecedente del establecimiento de ciudades en México, es el periodo anterior a la llegada de los españoles. Los diversos pueblos autóctonos que arribaron al territorio de México actual, fundaron pueblos y ciudades de importancia diversa, y en esos años de historia indígena (que comprende de 800 a. de C. a 1521 d. C). Muchas de estas poblaciones desaparecieron y otras fueron conquistadas por pueblos invasores conformando un nuevo estilo de vida (López-Granados, 1999)



Los matlazincas poblaron el Valle de Guayangareo durante el siglo XIV o XV; cuyo nombre significa loma chata y alargada (actual Morelia), con el consentimiento de un cazonci purepecha. No se sabe, a ciencia cierta, la fecha de su llegada ni quien les concedió este territorio; sin embargo, algunos historiadores coinciden en que se les otorgó como recompensa, por haber participado en la defensa del imperio Purepecha durante la invasión de los tecos de Jalisco. Cuando los matlazincas se establecieron en el Valle de Guayangareo, recibieron el nombre de pirineas (los de en medio), por la ubicación del lugar, al cual llamaron Patzinyengui (A de M, 2007).

En el siglo XVI, a la llegada de los españoles, y después de la violenta conquista que significó el dominio de este territorio, México se cubre de pueblos y ciudades que, siguiendo los antiguos patrones europeos, intentaban unificar las poblaciones a semejanza de un tablero de ajedrez (damero), sobreponiéndose en muchos casos a las ancestrales ciudades indígenas (López-Granados, 1999).

Después de la conquista, los españoles tomaron como base la estructura del sistema de asentamientos indígenas para construir su sociedad. Los conquistadores buscaban espacios adecuados para fundar sus nuevas ciudades, aprovechando en ocasiones la existencia de poblados indígenas de poca importancia (López-Granados, 1999).

En el año de 1531, los franciscanos Fray Juan de San Miguel y Fray Antonio de Lisboa, llegaron al Valle de Guayangareo y organizaron un poblado (cerca del Templo de Capuchinas), y aconsejaron a los pirineas cambiarse a este lugar (A de M, 2007).

La creación de la ciudad de Morelia fue producto de la lucha política entre dos instituciones: la Diócesis de Michoacán y el Virreinato de la Nueva España, encarnadas en las personas de Don Vasco de Quiroga y del Virrey Antonio de Mendoza. En el mandato del 23 de abril de 1541 el Virrey ordena la construcción de la nueva ciudad donde Valladolid (antigua Morelia) reunía las seis siguientes cualidades: (Vargas-Uribe, 2008)

- 1.- Se localiza en una loma por donde de todas partes se sube y los edificios están seguros.
- 2.- La ciudad está descombrada de montes y sierras para que el sol bañe al salir y los aires purifiquen las inmundicias de la tierra.
- 3.- La ciudad presenta dos ríos que la abastecen
- 4.- La ciudad dispone de mucha leña debido a la presencia de montes inagotables.
- 5.- Abundancia de pan, pues dispone a sus alrededores de grandes áreas para cultivo de maíz de riego.
- 6.- Tiene abundancia de pescado y carne.

Solo le falta la séptima cualidad, que es la de ser puerto, o tener minas para que los nativos se entretengan.



Se llamó Valladolid, por que la ciudad del mismo nombre en España fue la patria de su fundador, Don Antonio de Mendoza. En la antigüedad se les designaba con el nombre de Valladolid de Michoacán, para distinguirla de otras con el mismo nombre. El nombre de Morelia, que hoy lleva, le fue dado por decreto que expidió la Legislatura del estado el 12 de septiembre de 1828, para honrar la memoria de José María Morelos y Pavón (López-Granados, 1999).

La ciudad se asentó durante los primeros años en los barrios de San Francisco, la Aldea y Capuchinas y estaba rodeada de varios pueblos indígenas; algunos de estos pueblos figuraban todavía en el plano de 1794, mandado hacer por el intendente Corregidor Don Felipe Díaz de Ortega. De acuerdo a este plano, hacia el norte y poniente estaba despoblado, y en el periodo de 1846 a 1852 progresó de manera notable: barrios enteros que permanecían en ruinas desde 1820, fueron reconstruidos (López-Granados, 1999).

En 1883 la ciudad se encontraba dividida en cuatro cuarteles, 2 barrios, el de San Juan y el de Guadalupe y 216 manzanas, incluyendo algunas que estaban simplemente trazadas. Las calles aumentaron progresivamente. En 1856 su número ascendía a 30, 18 laterales y 12 longitudinales; en 1860 eran 32 y en 1873, 99; en todo el recinto de la población existieron 14 plazas y plazuelas (López-Granados, 1999).

En el periodo conocido como post revolucionario (1921 – 1940) la población de Morelia fue de 31, 148 habitantes y estuvo ocupaba el actual centro histórico de la ciudad. En el año 1921 aparecieron localidades con la categoría de colonia (Colonia Socialista, Atenogenes Silva, Vasco de Quiroga y Vista bella) (López-Granados, 1999).

En la década de los años treinta el crecimiento de la ciudad de Morelia fue poco notable, manifestándose solamente en conglomerados de construcciones pobres o colonias (como se denominaban en ese entonces. Mientras que en la década de los años cuarenta comenzó el fenómeno de urbanización como tal, donde la ciudad de Morelia, comenzó a expandirse notablemente y el consecuente aumento de la población, el número de colonias, el aumento de la inmigración, etc. (Vargas-Urbe, 2008).

A partir de 1960 la ciudad experimenta un crecimiento acelerado, ya que su población se duplica al pasar de 106,077 habitantes a 257,209 en 1980; el Censo de 1990 dio un monto de 428,486 habitantes con una tasa de crecimiento muy superior a las registradas en las décadas anteriores; Esta explosión demográfica hizo que la ciudad creciera hacia los cuatro puntos cardinales. Este crecimiento ha sido anárquico, pues los nuevos fraccionamientos se han formado sin planear su equipamiento urbano necesario tales como: vías de acceso, comercios, escuelas, oficinas, empleos entre otros servicios (A de M, 2007).

Entre los años de 1980 y 2002 el área urbana creció de 1,900 ha a 11,000 ha. Es decir incrementó su superficie 5 veces, sin embargo la población residente únicamente se incrementó en casi 3 veces al pasar de 257,209 hab en 1980 a 647,878 hab en el 2002. Todo ello es a derivado en un crecimiento urbano acelerado, desordenado y sin control (A de M, 2007).



3.2.2. Problemática Actual

Figura 3: Consecuencias de la actual relación Ciudad - Medio ambiente

Fuente: Ávila, 2007

Como se esquematiza y evidencia Ávila en el 2007, en la actualidad el Sur y Sur Este de la ciudad de Morelia, que corresponde con nuestra área de estudio, se presentan procesos de expansión urbana, deforestación de cuencas y reducción de carga acuífera. En ese sentido se pueden advertir al menos tres posibles temáticas relacionadas con la problemática de estos procesos, estas son: El cambio en la tenencia de la tierra, los planes de desarrollo urbano y el efecto de las empresas fraccionadoras, las cuales son descritas a continuación:

3.2.2.1. Cambio en la Tenencia de la Tierra

El crecimiento urbano de la ciudad de Morelia, implica la ocupación de terrenos principalmente de régimen social, caracterizado por procesos de invasión, expropiación, regularización, enajenación, cesión de derechos y regularización; que por su inicio irregular no contempla un orden e integración con su entorno urbano y medio ambiental que se expresa en el crecimiento aleatorio e irregular (A de M, 2007),

Conforme a las cifras del Registro Agrario Nacional (RAN), la zona circundante de la ciudad de Morelia es de tipo ejidal con excepción de buena parte de las zonas sur y sur este, que son de propiedad privada. Esto hace un total de 60.5 ha de propiedad social, en donde se ubican 83 ejidos, de los cuales 30 forman parte de la zona circundante a la ciudad de Morelia (A de M, 2007).



La expansión de la ciudad coincide con dos momentos de cambio: el de un entorno de haciendas y ranchos por otro predominantemente ejidal a partir del reparto agrario en la década de 1930; y la urbanización de zonas ejidales registrada a partir de 1960. Así, con las 2,287 has de suelo federal y ejidal incorporadas en 1964 y 1994 se tuvo la intención de crear una bolsa de tierra estatal para atender la demanda habitacional, que culminó en la expropiación de 1,103 hectáreas de terrenos ejidales para la conformación de reservas territoriales patrimoniales del estado, cuyo uso fue exclusivamente para fines habitacionales (A de M, 2007).

La urbanización en tierra ejidal de la ciudad de Morelia, se inició en 1964 con la expropiación de parte de los ejidos de Tres Puentes, **Jesús del Monte**, Emiliano Zapata, La soledad, Santa María de Guido, San José del Cerrito y Santiaguito, por más de 488 hectáreas para la ampliación del fundo legal, así como la enajenación gratuita de 500 hectáreas de la ex-hacienda La Huerta. Durante el periodo de 1964 a 1994 se incorporaron al área urbana de Morelia 2,407 hectáreas de las 2,287 has de la bolsa de tierra inicial (A de M, 2007).

La urbanización Popular de Morelia durante 1962 – 1992 se caracterizó por la ocupación de terrenos ejidales; conforme al análisis de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), se pudieron relacionar 139 colonias urbanas que surgieron en ese periodo como resultado de la expansión urbana en áreas fuera de Centro Histórico (A de M, 2007)

En el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Morelia se reconoce la presencia de especuladores que fraccionan y enajenan terrenos de manera irregular, tanto en lo referente a tenencia de la tierra como en su urbanización. Menciona también que vacíos legales en la Ley de Desarrollo Urbano y en el Código Civil no le han permitido a la autoridad competente evitar esos inconvenientes. Además, denota que se encuentran también vacíos en la Ley Agraria, la que al respetar la autonomía de tierras ejidales limitan la participación del municipio a una simple opinión. Por último, el Código Penal del Estado de Michoacán, no tipifica como delito la especulación y la ocupación ilegal de predios (A de M, 2007).

De acuerdo a las entrevistas realizadas en esta investigación, un catalizador indirecto de este proceso de urbanización en tierras ejidales podría ser el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares (PROCEDE), que fue puesto en marcha a fines de 1992, el cual tiene como objeto la regularización de la propiedad social y dentro de su procedimiento general operativo (ETAPA VII) la medición y generación de productos cartográficos (A de M, 2007).

En este contexto y ante los vacíos legales mencionados previamente, puede contemplarse al PROCEDE como un factor importante que facilita la compra de tierras ejidales en nuestra zona de estudio.

3.2.2.2. Planes de Desarrollo Urbano

El Programa de Desarrollo Urbano del centro de Población de Morelia 2004, tiene su antecedente en el Plan Director de Desarrollo Urbano de Morelia aprobado el 31 de mayo de 1983 por el Congreso del Estado, el cual fue actualizado en 1987 debido al acelerado crecimiento de la población. En 1999 este plan sufre modificaciones debido a irregularidades de múltiples asentamientos humanos y se proyecta nuevamente hasta el 2015. Este mismo plan es actualizado una vez más en el 2004, a causa de nuevas



irregularidades. Actualmente es el plan en vigencia y también está proyectado hasta el año 2015 (A de M, 2007).

En la actualidad, se encuentra en su última fase la elaboración del Ordenamiento Ecológico Territorial para la ciudad de Morelia, en coordinación con la Secretaría de Medioambiente y Urbanismo (SUMA) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Este ordenamiento no ha sido revisado o evaluado en esta investigación (Druck-Leon, 2007).

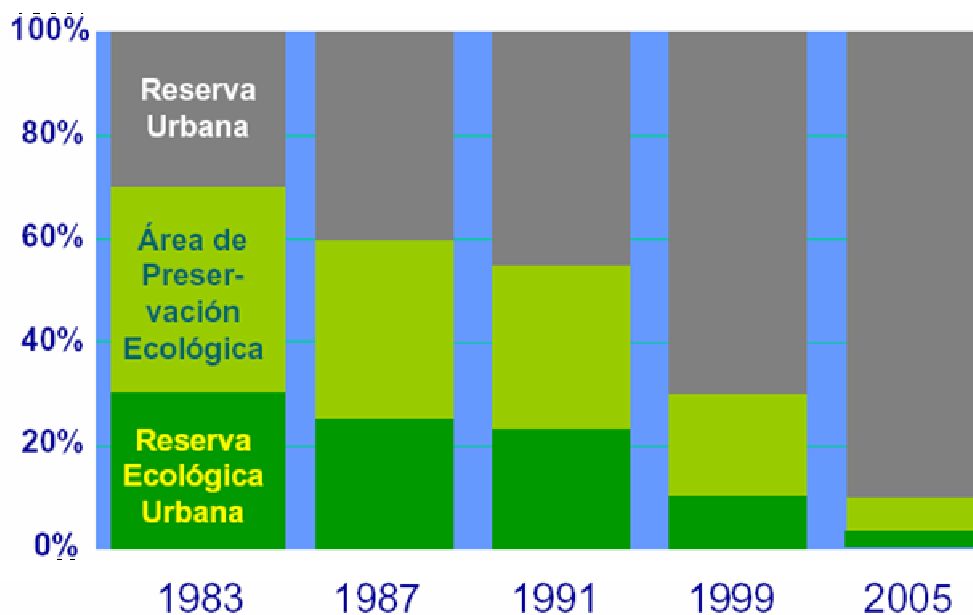


Figura 4: Cambio a través del tiempo, en la política urbana de los planes de desarrollo urbano de la ciudad de Morelia

Fuente: Ávila cit. pos Dávila, 2007

Los antecedentes, como se observa en parte en la figura 4, muestran gráficamente la inconformidad que el ayuntamiento de la ciudad de Morelia ha tenido en la gestión de sus planes de ordenamiento, en el lapso de 19 años ha sufrido cuatro modificaciones (tomando en cuenta la que está en proceso) o actualizaciones, las últimas dos, de cinco y tres años respectivamente (Ávila cit. pos Dávila, 2007)

Según la comparación realizada por Ávila, los cambios efectuados en los Planes, tienden a fomentar la expansión urbana, en desmedro de las áreas de reserva ecológica.

3.2.2.3. Fraccionadoras

En Morelia existen nuevos desarrollos urbanos dentro de la propia zona conurbana que están cambiando el panorama de la ciudad, por su gran magnitud y proyectos contemplados. Estos desarrollos inmobiliarios son **Ciudad Tres Marías y Montaña Monarca**. Estos complejos se han creado gracias al potencial turístico e inmobiliario que



ha tenido Morelia en los últimos años, al apoyo y fomento a la inversión por parte de las autoridades municipales y estatales; y a los empresarios que han decidido invertir en la ciudad (es.wikipedia.org, 2007)

En resumen el fomento de estos dos grandes proyectos ha sido promovido por y con el apoyo del gobierno municipal, estatal y la fuerte inversión privada, de los cuales los dos primeros son los encargados de realizar los planes de desarrollo urbano descritos en el anterior apartado.

Las características de estos fraccionamientos, son descritos en los siguientes párrafos, con énfasis en el de “Montaña Monarca”, que se encuentra proyectado en la zona de estudio de esta investigación. Estos fraccionamientos o desarrollos inmobiliarios son objeto de una gran campaña publicitaria, a nivel local e internacional, que pueden verse en paginas como www.zonau.com.mx, www.tresmarías.com.mx, www.cerroverde.com.mx, www.bosquemonarca.com, en Internet para constatarlo.

3.2.2.3.1. Ciudad Tres marías

Según la pagina es.wikipedia.org la Ciudad Tres Marías ofrece:

- Servicios de salud, educación, comercio, entretenimiento y centros de trabajo.
- Uno de los desarrollos inmobiliarios más impresionantes de México
- Los máximos avances en materia de urbanización, seguridad, equipamiento y telecomunicaciones
- La posibilidad de vivir y disfrutar en un hábitat ecológico de amplio colorido y riqueza natural
- Un ambiente familiar, seguro y cordial, disfrute de la tranquilidad y armonía.

La desarrolladora de este complejo es la inmobiliaria Grupo Tres Marías empresa con sede en el propio desarrollo Ciudad Tres Marías en Morelia Michoacán; liderada por el empresario Enrique Ramírez Magaña.

Explican también en esta página que antes el espacio donde se construye fue hace solo unos años un campo deshabitado y que hoy es un espectacular desarrollo inmobiliario, líder en el mercado por su calidad y prestigio. Una ciudad en constante crecimiento y con muchos creces en varios ámbitos (es.wikipedia.org, 2007).

3.2.2.3.2. Montaña Monarca

Este fraccionamiento se ubica dentro de nuestra área de estudio y es descrita en esta pagina (es.wikipedia.org) como:

- Que por su magnitud e inversión está despegando notablemente a la capital michoacana como un destino importante en el país.
- Destaca en él su grande inversión en el sector servicios entre los que se encuentran los de vivienda, comercio y turismo.



- El desarrollo se encuentra localizado al sur de Morelia en una vasta extensión conocida como la loma de Santa María de Guido y junto a las inmediaciones de la también tenencia y población de Jesús del Monte.
- El plan maestro del desarrollo contempla fraccionamientos residenciales, zonas comerciales y de servicios, zonas para oficinas, instituciones educativas y centros de salud. Destacando entre ellos como un punto estratégico y polo de desarrollo un gran Centro comercial de alto nivel que promete ser el más grande de Latinoamérica llamado Paseo Morelia, el cual se encuentra en construcción y un Club de golf nombrado Bosque Monarca el cual contendrá un campo de golf de categoría profesional.

El complejo Montaña Monarca es promovido por la empresa Grupo FAME división inmobiliaria, la cual es presidida por el empresario Francisco Medina Chávez. Además se estableció una alianza estratégica para el desarrollo del Centro comercial Paseo Morelia con la desarrolladora inmobiliaria GIGSA creadora de grandes desarrollos inmobiliarios comerciales, turísticos, residenciales y de corporativos en México y en Estados Unidos (es.wikipedia.org 2007).

Actualmente cuenta con las siguientes instalaciones e infraestructura construida:

- Fraccionamientos Residenciales: Punta Monarca, Valle Monarca.
- Torres Residenciales: Torres Monarca (2 de 3)
- Plaza Comercial: Plaza Tec, tipo “power center”

Obras en proyecto o en construcción:

- Gran Centro Comercial: Paseo Morelia
- Hoteles
- Hospitales
- Campo de Golf (en el residencial Club de Golf Bosque Monarca)

En sus cercanías se encuentran:

- Instituciones Educativas:
- Instituto Tecnológico de Monterrey (inaugurado en el año 2000)
- Instituto Thomas Jefferson
- Instituto Valladolid
- Universidad Vasco de Quiroga

Importante para este fraccionamiento sería el nuevo acceso a Jesús del Monte; que en realidad es el acceso a Montaña Monarca. El cual implica la construcción de un túnel que comunicaría el Bulevar Sansón Flores con Jesús del Monte. Esta obra que permitiría la comunicación del sureste de la ciudad con Montaña Monarca (es.wikipedia.org 2007).

Este acceso, ha sido motivo de controversia y conflicto social, ambiental y político en los últimos dos años, que derivó en la postergación de su construcción.

El desarrollo de Montaña Monarca, como se ve en la figura 5, se extiende en una superficie de alrededor de 500 has. Área donde se encuentran distribuidos los desarrollos que la conforman. El complejo tiene proyectado en 15 años la construcción de alrededor



de 25 000 viviendas de clase media alta. Y algunas de sus opciones inmobiliarias turísticas están enfocadas especialmente a pensionados y jubilados extranjeros de Estados Unidos y Canadá, como son las torres departamentales y el club de golf, acentuando que los campos para este juego son la nueva atracción turística en Michoacán además de que Morelia es una ciudad ideal para vacacionar y pasar el verano (es.wikipedia.org 2007).

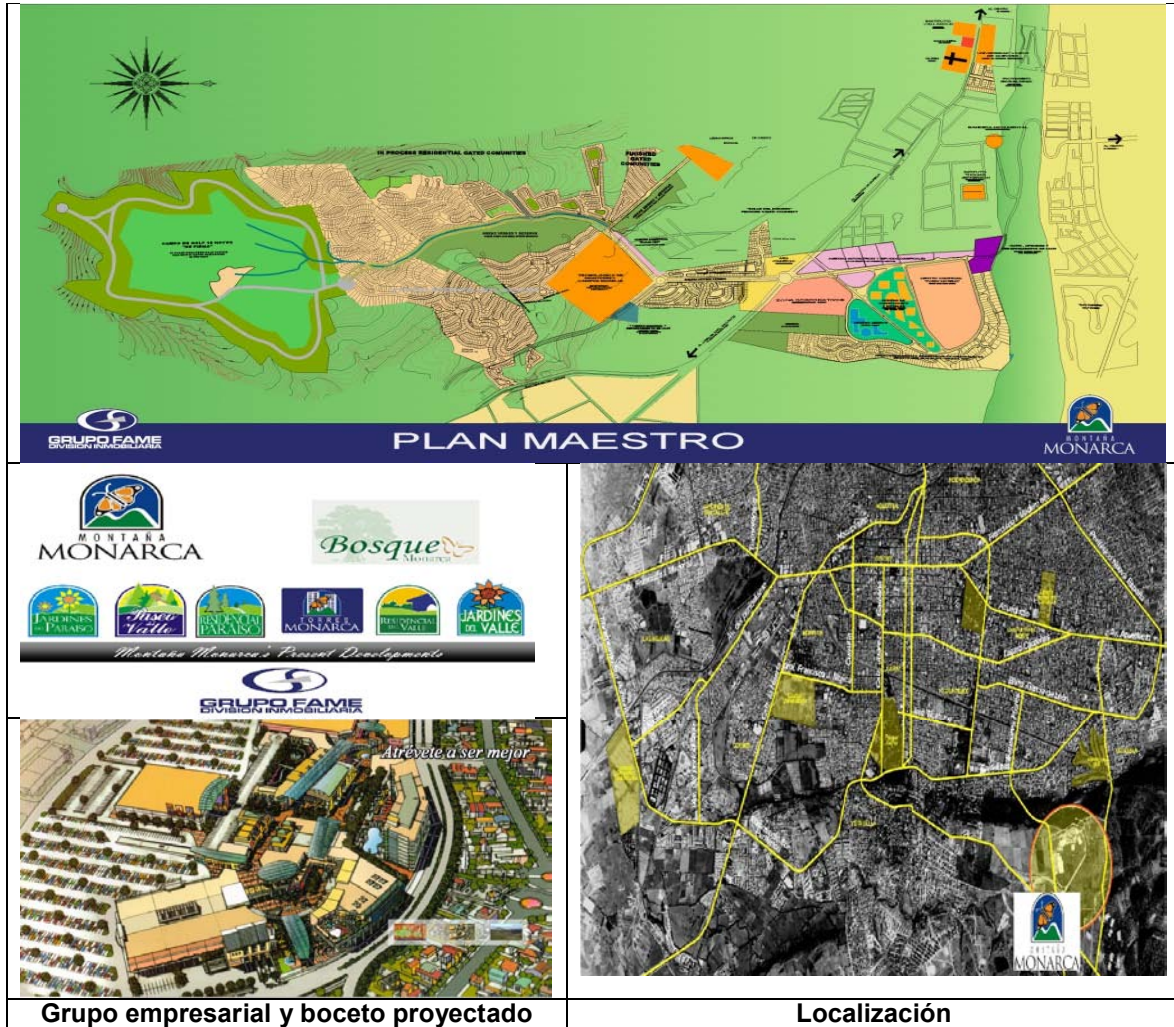


Figura 5: Fraccionamiento "Montaña Monarca"

Fuente: extraído de www.cerroverde.com.mx

3.2.2.3.3. Cerro Verde

Según su página Web, (www.cerroverde.com.mx), este fraccionamiento se encuentra también dentro de nuestra área de estudio ubicado a 4.5 km. del libramiento sur de la ciudad de Morelia. El eslogan que esta fraccionadora usa es "Para vivir en un bosque dentro de la ciudad". Sus objetivos son:

- Crear un fraccionamiento ecológico con una densidad habitacional de menos de 10 viviendas por hectárea



- Fomentar una cultura del cuidado del Bosque, convirtiendo a colonos en guardabosques
- Promover una cultura ecológica y lograr una mejor calidad de vida
- Impulsar la creación del cinturón verde de la ciudad mediante acciones concretas en el bosque, el agua y suelo.

Ofrece 126 hectáreas de bosque, terrenos desde 1500 hasta 4000 metros cuadrados, preciosas vistas panorámicas, calles adoquinadas y empedradas, barda perimetral, pozo para el suministro de agua potable y seguridad; la cual incluye, acceso controlado electrónico, cámaras de vigilancia, rondines e intercomunicación.

Se encuentra dentro del plan de desarrollo urbano de Morelia dentro de un área denominada de **preservación ecológica**. Sin embargo dentro del mismo plan se autoriza la construcción de viviendas bajo los criterios de baja densidad habitacional y es la única construcción contemplada en esta área (de preservación ecológica), dentro de los planos del plan de desarrollo urbano de la ciudad de Morelia (A de M, 2007).

Este fraccionamiento promueve y ofrece a sus posibles compradores prácticas ecológicas en mejoramiento de suelos, reforestación, acuacultura, venaderío, lombricomposta, unidades demostrativas e investigación bajo la supervisión de la Universidad Michoacana y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)(www.cerroverde.com.mx 2007).



Figura 6: Vista Panorámica del fraccionamiento Cerro verde
Fuente: www.cerroverde.com.mx

En síntesis, es clara y fuerte la presión para urbanizar la zona de transición contemplada en esta investigación por parte de las fraccionadoras o desarrolladores inmobiliarios y las condiciones para que esto suceda son favorecidas, en principio por el cambio de tenencia de la tierra y luego por las autorizaciones y proyecciones del último Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Morelia.

Al parecer, estas condiciones de presión estarían movilizadas por que existe una gran inversión económica de por medio, ligado a los compromisos de oferta que deben cumplir las fraccionadoras, en un contexto donde los poderes públicos e intereses privados coinciden en promover, facilitar y formalizar estos cambios, que transforman a nuestra zona de estudio de una zona rural de vocación productiva primaria en una zona urbana residencial.



CAPITULO I.

“CARACTERIZACIÓN DE COBERTURA, FLORA Y USO DEL SUELO”

1. Cambio de Cobertura y Uso del Suelo

En forma pragmática, el concepto de cobertura describe los objetos que se distribuyen sobre un territorio determinado. El uso del suelo, en cambio, se refiere al resultado de las actividades socioeconómicas que se desarrollan (o desarrollaron) sobre una cobertura (Anderson, 1976). Estas actividades se relacionan con la apropiación de recursos naturales para la generación de bienes y servicios.

El proceso de degradación del terreno implica una declinación en la condición natural del recurso base (capital natural). Una síntesis de la investigación global acerca de la degradación del terreno inducida por el ser humano estima que el 69.5% de las tierras se encuentran afectadas por varias formas de degradación del terreno (Lambin, 1997). Asimismo, la conversión humana de los hábitats naturales es la mayor causa de pérdida de diversidad biológica (Lee, 1995).

No obstante, los datos cuantitativos sobre dónde, cuándo, cuánto y por qué cada cambio de uso y cobertura ocurre están aún incompletos, y generalmente son inexactos (Lambin, 1997). De igual manera, existen problemas de indefinición en los parámetros que se requiere estudiar. Por ejemplo, en la precisión en el muestreo y medición de las variables, y en el tipo de leyendas de las representaciones espaciales (Bocco, 1998). Como consecuencia, muchas veces los estudios de cobertura vegetal a diferentes periodos de tiempo no son comparables entre sí (Maser, 1996). Se requiere también analizar la relación entre cobertura-vegetación y comunidades florísticas, de manera que puedan identificarse correctamente a través del uso de sensores remotos con una suficiente precisión (Velázquez, 2002).

2. Metodología

2.1. Sistema clasificatorio de cobertura, flora y uso del suelo

Se elaboró una leyenda de cobertura asociada a los tipos de usos y la flora predominante de cada cobertura, con la ayuda de un experto botánico en la zona, bibliografía de Medina & Rodríguez, (1993), Medina (2000); Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente Municipal, (2004) y puntos de muestreo en campo.

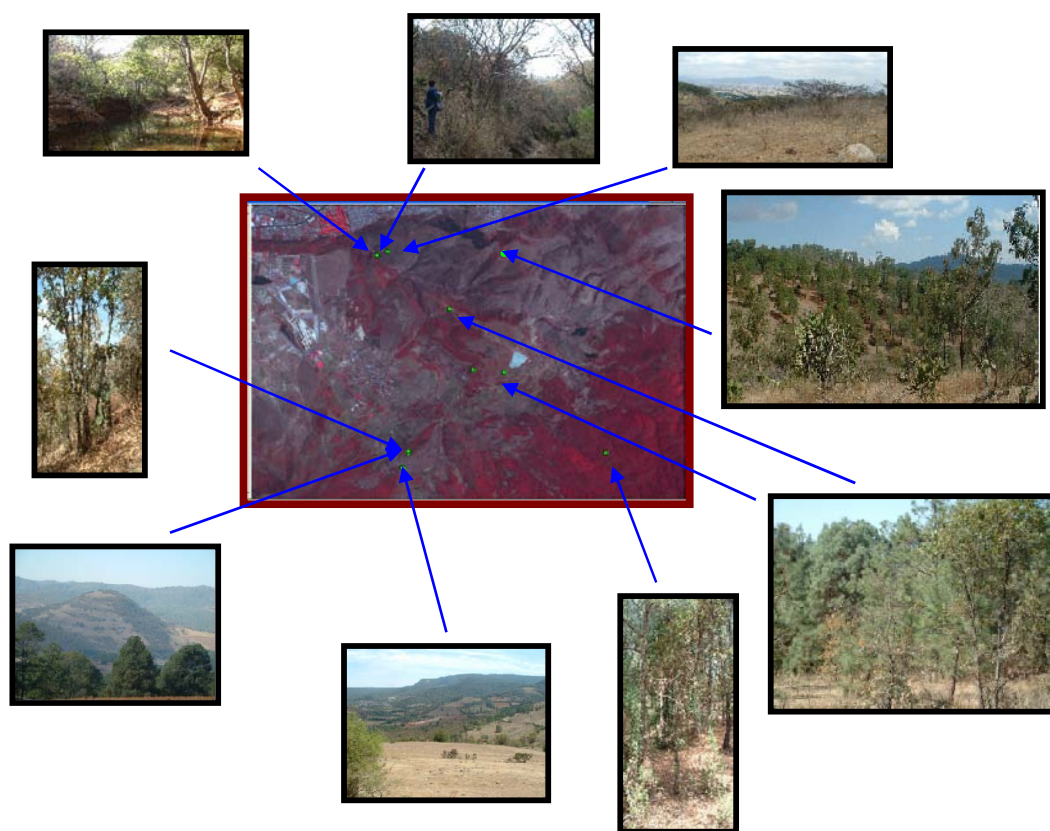


Figura 1: Puntos de control en campo

Luego de hacer el levantamiento de flora de cada punto de muestreo, de acuerdo a una ficha de campo, cada especie vegetal identificada fue codificada para asociarla a la leyenda final. Los datos detallados se pueden observar en anexos.

Finalmente la leyenda fue completada con los tipos de uso con la ayuda de entrevistas semiestructuradas a actores locales clave y con observaciones en campo.



Figura 2: Entrevista a actores locales



2.2. Materiales para la interpretación visual de cobertura y uso de suelo

Los materiales usados en la interpretación visual de cobertura y uso de suelo para las cuatro fechas se resumen en la siguiente tabla:

Tabla1: Resumen de materiales empleados para la interpretación visual de cobertura y uso de suelo

Cubierta vegetal y uso del suelo (1969).	Cubierta vegetal y uso del suelo (1995).	Cubierta vegetal y uso del suelo (2004)	Cubierta vegetal y uso del suelo (2006)
<ul style="list-style-type: none">○ Fotografías aéreas de 1969○ Modelo de elevación	<ul style="list-style-type: none">○ Mosaico de Ortofotos de 1995	<ul style="list-style-type: none">○ Imagen satelital SPOT	<ul style="list-style-type: none">○ Imagen Google earth
<ul style="list-style-type: none">○ Software Illwis, software Arc view, GPS, mapas Impresos, estereoscopio de bolsillo y cartografía previa de cobertura.			

2.3. Método de interpretación visual de cobertura y uso de suelo

2.3.1. Cubierta vegetal y uso del suelo (1969)

Las fotografías aéreas de 1969 (digitalizadas a 600 dpi) fueron ortocorregidas con ayuda del programa ILWISS 3.3 y el modelo de elevación. Luego se interpretó visualmente la cobertura a escala 1:15,000 con base en la leyenda previamente generada (ver Anexo Cap. I). Con ayuda de la cartografía disponible (Mendoza, 1997) y luego de la ortorectificación fueron montados en la plataforma ArcView 3.2, donde se revisaron los polígonos para detectar cualquier error de atributo en los mismos.

2.3.2. Cubierta vegetal y uso del suelo (1995)

El mosaico de ortofotos aéreas de 1995 fue reproyectado con ayuda del programa ILWISS 3.3 para obtener la máxima correspondencia con las fotos corregidas de 1969. Una vez obtenidos los documentos corregidos se interpretó la cobertura y uso de suelo a escala 1:15,000 con base en el sistema clasificatorio (ver Anexo Cap. I) y a los polígonos (segmentos) generados en la interpretación de 1969. Al igual que en la primer fecha, la interpretación fue revisada con ayuda de la cartografía disponible (Mendoza, 1997) montada en la plataforma ArcView 3.2.

2.3.3. Cubierta vegetal y uso del suelo (2004)

En ILWISS 3.3 la imagen satelital SPOT, representada en un compuesto falso color con las bandas 3, 2 y 1 respectivamente, fue reproyectada para obtener la máxima correspondencia con las fotos corregidas de 1995.

Para hacer consistentes las comparaciones, se usó el mismo sistema clasificatorio y los rodales generados a partir de las fotos aéreas de 1995.



Para poder relacionar objetos espectrales (discriminables por su color, forma, posición, relación con topografía, etc.) con aspectos de la superficie terrestre distinguibles en campo, se actualizó una primera rodalización y clasificación proyectando las curvas de nivel 1:50,000 del área de estudio sobre la representación pictórica de una imagen satelital en falso color (SPOT bandas 3, 2 y 1 RGB). Una vez actualizada el área de estudio, fueron impresos mapas como un compuesto en falso color sobre los que se sobrepusieron rasgos geográficos (carreteras, ríos, etc.) y topográficos (curvas de nivel) de manera que facilite la verificación de la mayor parte del rodal y la ubicación de cada uno de estos con respecto a dichos rasgos.

Con ayuda del GPS (Sistema de Posicionamiento Global) es relativamente fácil ubicarse en un punto, sin embargo, al levantarse información sobre la cobertura, esta información sólo es válida para el punto y no necesariamente para todo el rodal. En cambio, al tener accesible la información contextual y la delimitación del rodal con respecto a ésta, es posible verificar la mayor parte de esta delimitación. Con base en los recorridos de campo efectuados fue posible interpretar y asociar los rasgos discernibles en los compuestos en falso color, su aspecto y la cobertura que se observaba en campo.

Previamente se corroboró la factibilidad de relacionar las categorías de cobertura con objetos espectrales discernibles en las imágenes en falso color. Esto permitió revisar simultáneamente las claves a diferentes niveles de la cartografía para las diferentes fechas.

Por ser la imagen SPOT el insumo con menor resolución espacial, se interpreto esta fecha a escala 1:20,000 que es la escala de interpretación y análisis de esta investigación.

2.3.4. Cubierta vegetal y uso del suelo (2006)

Esta cubierta fue generada para la validación del modelo prospectivo de cambio de uso del suelo, por tal motivo requiere de menor número de clases de cobertura y uso de suelo, las mismas provienen de la agrupación de las clases de la leyenda original.

Con este propósito fue re proyectada una imagen de muy alta resolución espacial extraída de Google Earth (www.googleearth.com), de modo que coincidiera con la imagen SPOT del 2004. Con la ayuda del software ILWIS 3.3 sobre la imagen corregida se sobrepusieron los rodales previamente reclasificados del 2004, los cuales fueron actualizados y corregidos para el 2006, de la misma forma que con las anteriores cubiertas.

Finalmente, el proceso terminó cuando las claves de la cartografía 1969, 1995, 2004 y 2006 están homologadas y verificadas, y se corroboró la fidelidad de las bases de datos, es decir que el polígono en formato vectorial realmente correspondiera al objeto espectral interpretado en la imagen correspondiente a cada fecha.

2.3.5. Verificación de campo

Una vez cotejados los límites de los polígonos y en aras de contar con una base de datos actualizada y confiable fue necesario validar las categorías de cobertura y vectores de la cartografía 2004. Para ello, se siguió el procedimiento que a continuación se muestra:



- 1.- Se identificaron las categorías de cobertura a nivel de tipos de vegetación, presentes en el área de estudio.
- 2.- Se identificaron las categorías de mayor probabilidad de confusión (bosque de coníferas, bosque de coníferas y latifoliadas, agricultura con pastizales, etc.).
- 3.- Se realizó un muestreo de las diversas categorías para su posterior verificación en campo, ponderando de acuerdo a las de mayor probabilidad de confusión.
- 4.- Se integró una base de datos bibliográfica con los trabajos (artículos, tesis y reportes técnicos) sobre la flora del área de estudio, dando mayor prioridad a los estudios recientes (entre 1995 a la fecha).
- 5.- Con la información bibliográfica se generó una base de datos de puntos (coordenadas), con su respectivo tipo de flora estudiado.
- 6.- Se efectuaron verificaciones de campo en los lugares donde persistieron las inconsistencias, por ejemplo en los sitios con alta probabilidad de confusión, donde no se contó con registros recientes de la vegetación y en lugares de alta complejidad espectral. Para tal fin, se utilizó un formato de campo que correspondió a una adaptación simplificada al usado por INEGI (Anexo Cap. I). Esto implicó un recorrido por diferentes partes del área de estudio. En cada punto de verificación se confirmó la clasificación del polígono o, en su caso, previo a incorporar la corrección respectiva a los mapas, se revisó el polígono en compuestos en falso color impresos (escala 1:25,000).
- 7.- Finalmente, se realizó la actualización del mapa de cobertura 2004, reasignando etiquetas y/o redefiniendo límites en los polígonos que no coincidieron con la información bibliográfica y la verificación de campo.

2.3.6. Preparación de las bases de datos

En el sistema clasificatorio mencionado en el anterior apartado y descrito en el anexo de este capítulo, el diccionario de usos fue elaborado de modo que los usos descritos se aproximen al contexto de la zona, a fin de enriquecer los resultados obtenidos para este análisis. Para este propósito fueron utilizadas entrevistas semiestructuradas (Anexo Cap. I).

En resumen la cartografía escala 1:20 000, fue elaborada a partir de fotografías aéreas (1969 y 1995) y 2 imágenes satelitales SPOT (2004) y una imagen extraída de Google Earth, a través de interpretación visual. Por lo tanto para los análisis de cambio entre los años 1995 – 2004 existe diferencias en la resolución espacial y resolución espectral.

No existe una evaluación cuantitativa de la cartografía, sin embargo por la jerarquía de la leyenda (Tipos de vegetación), el método de interpretación, los mapas y los datos pueden considerarse como de buena calidad.

La digitalización visual y manual fue realizada sobre datos digitales, que previamente fueron estandarizados con las siguientes características:



ELIPSOIDE	WGS 1984
PROYECCIÓN.....	UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL.....	WORLD GEODETIC SYSTEM 1984 (WGS84)
DATUM VERTICAL.....	NIVEL MEDIO DEL MAR
AÑO DE EDICIÓN.....	2007
ESCALA DE TRABAJO.....	1:20,000

Figura 3: Metadatos para estandarización de mapas

El área de estudio para la interpretación estuvo limitada por la imagen del año más antiguo (1969), que fue la única que se encontró de la zona y la escala fue condicionada por la resolución espacial de la imagen SPOT del 2004.

3. Resultados y discusión

3.1. Leyenda utilizada para el análisis de cambio

Las especies vegetales que fueron identificadas se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2: Especies vegetales identificadas

Rasante	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo	Lianas y Trepadoras	Epífitas
Euphorbia radicans	Festuca sp.	Salvia sp.	Pinus lawsonii	Serjania racemosa	Tillandsia sp.
	Baccharis pterinioides	Baccharis heterophylla	P. michoacana var. Cornuta	Solanum dulcamaroides	Tillandsia sp.
	Aster sp.	Opuntia sp.	P. leiophylla	Iresine sp.	
	Asclepias linaria	Croton morifolius	Pinus teocote	Vitis sp.	
	Asclepias mexicana	Eupatorium sp.	Prunus serotina ssp. Capuli	Iresine sp.	
	Stevia serrata	Isiatis nigra	Crupessus lusitanica var. Lindleyi		
	Lythraceae	Eupatorium collinum	Quercus castanea		
	Lythrum album	Senecio sp.	Forestiera phillyreoides		
	Lythraceae	Vaccinum sp.	Quercus laurina		
	Hyptis mutabilis	Diphysa puberulenta	Cedrela odorata		
	Iresine sp.	Nicotiana glauca	Acacia farnesiana		
	Salvia sp.	Acacia angustissima	Condalia velutina		
	Opuntia sp.	Leguminosae	Bursera sp.		
	Tithonia tubaeformis	Quercus frutex	Acacia pennatula		
	Lythraceae		Acacia farnesiana		
	Loeselia mexicana		Quercus glaucoides		
	Croton adpersus		Eucalyptus camaldulensis		
	Stevia sp.		Quercus obtusata		
	Pteridium aquilinum		Crataegus pubescens		
	Salvia polystachya		Arbutus tessellata		
			Quercus glaucoides		
			Quercus crassifolia		
			Condalia velutina		
			Q. frutex		
			Q. castanea		

Para poder integrar la flora en la base de datos y asociarla al sistema de clasificación fue codificada como en el ejemplo que sigue:



Tabla 3: Ejemplo de codificación de flora

Especies	Código
Acacia angustissima	Aa
Acacia farnesiana	Af
Acacia pennatula	Ap
Arbutus tessellata	At
Asclepias linaria	Al
Asclepias mexicana	Am
Aster sp.	Asp
Baccharis heterophylla	Bh

La tabla de usos identificados, producto de las entrevistas semiestructuradas se ven a continuación con sus respectivos códigos:

Tabla 4: Tipos de usos identificados

Categorías de uso	Subcategorías	Código
Forestal	Extracción de madera	Fm
	Extracción de resina	Fr
	Extracción de leña	Fl
	Recolección de plantas	Fp
	Recolección de hongos	Fh
	Cacería	Fc
	Apicultura	Fa
Agrícola	Subsistencia	As
	Comercial	Ac
Pecuario (Pastoreo)	Abierto extensivo	Pe
	Abierto intensivo	Pi
Banco de extracción	Extracción de tierra para ladrillos	Bl
	Extracción de cantera	Bc
	Extracción de tierra vegetal	Bt
Habitacional	Urbano	Hu
	Rural	Hr
Servicio ambiental indirecto	Captación y mantenimiento de agua	Sa
	Prevención de desastres	Sd
	Recursos escénicos	Se
	Conservación biodiversidad	Sb
	Preservación de RRNN	Sr
	Mantenimiento de la humedad ambiental	Sh
	Control de erosión	Ser

Finalmente la leyenda resultante se muestra a continuación:



Tabla 5: Leyenda de cobertura para la localidad de Jesús del Monte

Usos	Cobertura	Flora
Fm,Fr,Fh,Fl,FpSd,Ser, Sb,Sh,Sb,Se	Bosque de coníferas y latifoliadas	Ca, Cm, Fsp, Qca, Qcr, Qf, Pl, Pm, Ple
Fl, Ser, Sh, Fc, Sa,Sb	Bosque de latifoliadas	Eco, Osp, Ca, Cm, Ssp, Qca, Qo, Cp, Aa, L
Pi, Ser, Sa	Matorral	G, Stsp, Ly, La, Osp, Ap, Af, Fp, Ng, Ec, Qsp
Pi, Ser, Sa	Pastizal	G, Osp, Cv, Cl
Fl, Ser,As, Pe,	Agricultura de temporal	Flora antrópica
Se, Sb, Ser, Sh, Sa	Selva baja	G, Ly, Hm, Is, Ssp, Osp, Tt, Ec, Ia, Lm, Co, Af, Ap, Bsp, Qg, Sr, Sd, Sr, Tsp,Tt
Hu, Hr	Asentamiento humano	ninguno
Bc, Bl	Areas sin cobertura aparente	ninguno
Fm, Fr, Fp, Fh	Bosque de coníferas	At, Bh, Bp, Pt, Ssp, Pa, Ps, Ssp, Ss, Sesp,Vsp

La leyenda empleada para los mapas de cobertura se explica y detalla en los diccionarios de Coberturas y el diccionario de usos que se adjuntan a este documento.

3.2. Coberturas

En la zona de estudio, se distinguen 5 de las 37 comunidades “naturales” indicadas para la Cubierta Vegetal distinguible a nivel nacional, según el IFN 2000 (Palacio-Prieto, 2000). Por el área que ocupan, las formaciones de bosques y los matorrales son las principales coberturas presentes. Con los resultados de la interpretación de documentos corregidos derivados de sensores remotos para diferentes años tenemos los siguientes resultados:

3.2.1. Coberturas 1969

Según los datos obtenidos a través de sensores remotos, la mayor parte del área de estudio estaba ocupada por áreas (o campos) de agricultura de temporal con una extensión de 903 ha, seguida por la cobertura pastizal que ocupaba 715 ha, mientras que las áreas sin vegetación aparente comprendían cerca de 487 ha que se deduce fue por efectos de una ganadería extensiva sin control y el consecuente pisoteo de la vegetación en recuperación.

La cobertura de matorral, que en su mayoría era resultado de los efectos sobre los bosques de latifoliadas por la extracción muy intensa de leña de encino para propósitos de provisión de energía con fines domésticos ocupaba 273 ha, en tanto que los bosques apenas ocupaban 271 ha en el caso del bosque de coníferas y latifoliadas, los bosques de latifoliadas se extendían en apenas 80 ha y se contaba con solo 1 ha de bosque de coníferas, todos ellos además bajo los efectos de una intensa extracción de madera y



CIGA

CENTRO DE INVESTIGACIONES
EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL

Modelo dinámico de cambio de cobertura y uso de suelo en una zona de transición urbano - rural, entre la ciudad de Morelia y el ejido Jesús del Monte

leña, así como ganadería extensiva que provocaba que la cobertura de dichos bosques fuese muy rala. Finalmente la cobertura asentamiento humano ocupaba solo 5 ha.

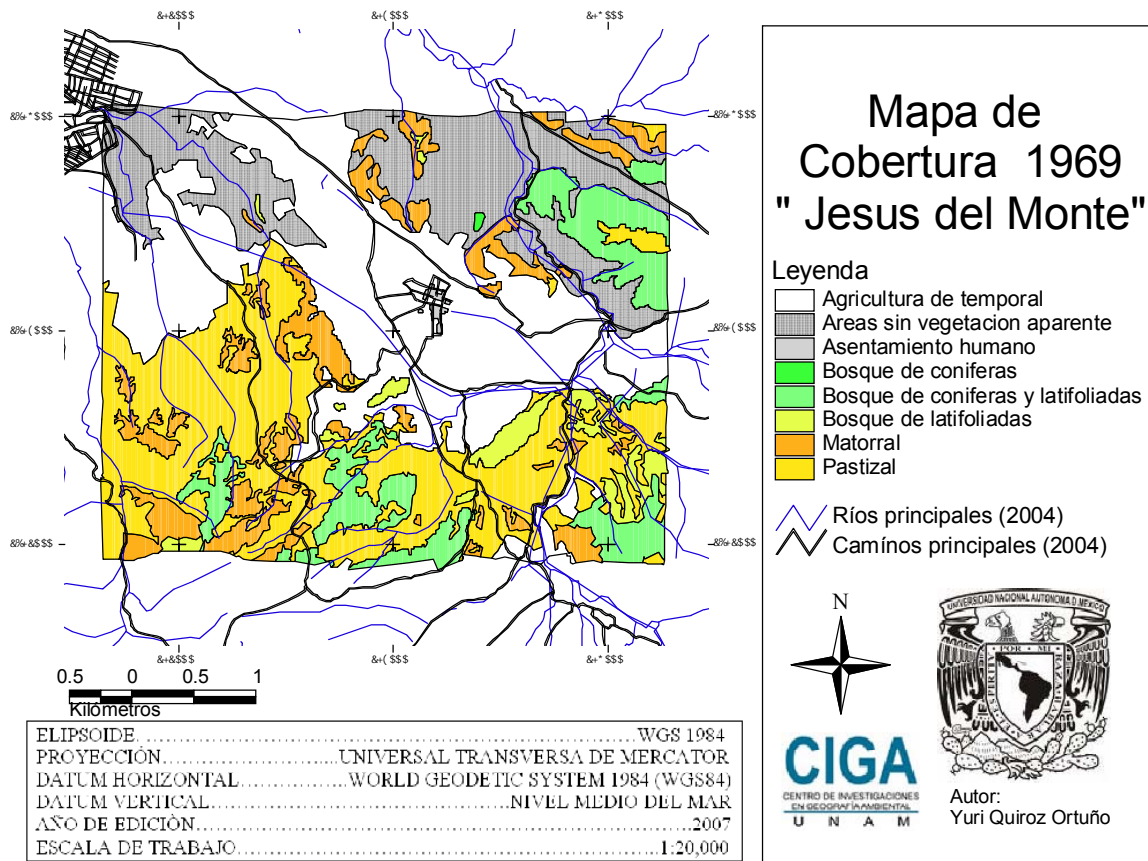


Figura 4: Mapa de Cobertura 1969

3.2.2. Coberturas 1995

Para esta fecha se observa una notoria recuperación de los bosques a expensas de coberturas antrópicas como agricultura de temporal, áreas sin vegetación aparente y pastizales.

Según los datos obtenidos a través de sensores remotos, la mayor parte del área de estudio seguía ocupada por la cobertura agricultura de temporal con una extensión de 715 ha pero aunque menor en comparación con 1969. Los pastizales disminuyen de tamaño pero continúan como la segunda cobertura con mayor extensión con 688 ha, por otro lado las áreas sin vegetación aparente disminuyen drásticamente a 54 ha, que suponemos, de acuerdo con las encuestas, fue dada por efectos de la disminución del número de cabezas de ganado y la migración de la población a actividades económicas de carácter más urbano.



CIGA

CENTRO DE INVESTIGACIONES
EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL

Modelo dinámico de cambio de cobertura y uso de suelo en una zona de transición urbano - rural, entre la ciudad de Morelia y el ejido Jesús del Monte

La cobertura matorral, en su mayoría resultado la extracción intensa de leña de encino de los bosques de latifoliadas con propósitos de provisión de energía con fines domésticos, se incrementa a 427 ha, en tanto que los bosques se incrementan dramáticamente a 438 ha. En el caso del bosque de coníferas y latifoliadas, los bosques de latifoliadas se incrementan también a 272 ha y los bosques de coníferas a 84 ha, en todos ellos disminuyen los efectos de una intensa extracción de madera y leña, así como ganadería extensiva, actividad que provocaba que la cobertura de estos bosques fuese muy rala observándose con una mayor cobertura de copa en 1995.

Finalmente la cobertura asentamiento humano se eleva a 58 ha, es decir, se incrementa más de 10 veces en comparación con 1969.

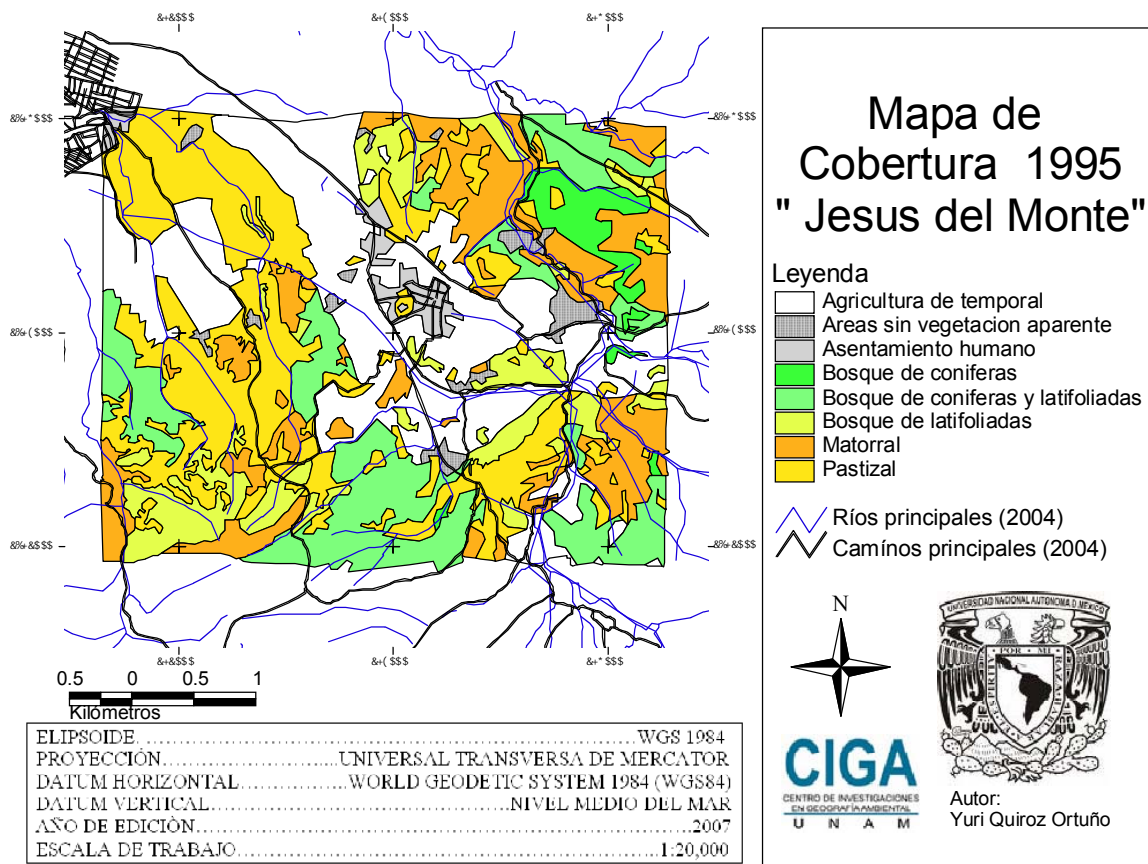


Figura 5: Mapa de Cobertura 1995

3.2.3. Coberturas 2004

En contraste con el periodo de 25 años entre 1969 y 1995 que se caracterizan por una recuperación de la cobertura de bosques a expensas de coberturas antrópicas y con ello posiblemente un incremento en funciones ecosistémicas, entre 1995 y 2004 se observa un proceso de urbanización fuerte que impermeabiliza cerca de 296 ha y con ello la consecuente pérdida de funciones ecosistémicas y la reducción en usos del suelo actuales y potenciales.



Según los datos obtenidos a través de sensores remotos, la mayor parte del área de estudio deja de estar ocupada por agricultura de temporal al pasar de 903 ha en 1969 a solo 592 Ha en el 2004, la mayor parte del área de estudio es ocupada por la cobertura pastizal que ocupaba 715 ha en 1969 y en el 2004 se extiende en sólo 611.34 ha , mientras que las áreas sin vegetación aparente que comprendían cerca de 487 ha en 1969 ocupan únicamente 31 ha en el 2004 al disminuir los efectos de la ganadería extensiva sin control y el consecuente pisoteo de la vegetación en recuperación.

En su mayoría la cobertura de matorral, pasa de 273 ha en 1969 a 349 ha en el 2004, en tanto que los bosques se incrementan al pasar de 270.9 ha en 1969 a 480 ha para el 2004, en el caso del bosque de coníferas y latifoliadas, los bosques de latifoliadas se extendían en apenas 80 ha en 1969 pero en el 2004 alcanzan una extensión de 290 ha y mientras en 1969 se contaba con solo 1ha de bosque de coníferas para el 2004 alcanzan una extensión de 85 ha.

Como ya se mencionó en 1969 estas coberturas boscosas estaban bajo los efectos de una intensa extracción de madera y leña, así como ganadería extensiva, sin embargo, para el año 2004 dichos efectos se reducen.

Mención especial merece la cobertura asentamiento humano que se incrementa dramáticamente de apenas 5 ha en 1969 a 58 ha en 1995 y finalmente alcanza una extensión de 297 ha en el 2004, lo que significa un incremento mayor a 63 veces en este periodo, con la pérdida de funciones ecosistémicas y la reducción en usos del suelo actuales y potenciales, así como efectos socioeconómicos graves.

Areygue y Rocha en el 2007, calculan una precipitación promedio en la zona de 842.66 mm/año de la cual un 16% se escurre, 61% se pierde por evapotranspiración y 23% se infiltra y/o se deriva a un flujo subterráneo que alimenta a otras cuencas adyacentes (otras diferentes a las del Río Chiquito y Río Grande). De modo indicativo, en estas condiciones la impermeabilización de estas 296 has suponen la pérdida en la Ciudad de Morelia de aproximadamente 972 millones de litros de agua al año, que ya no se infiltrarían y se sumarían al escurrimiento. La consecuencia lógica de esto es el aumento en la peligrosidad hidráulica, favoreciendo las inundaciones en la ciudad de Morelia. A esto debería sumarse la demanda de agua que las poblaciones de estas mismas áreas urbanizadas generarán sobre las áreas de captación.

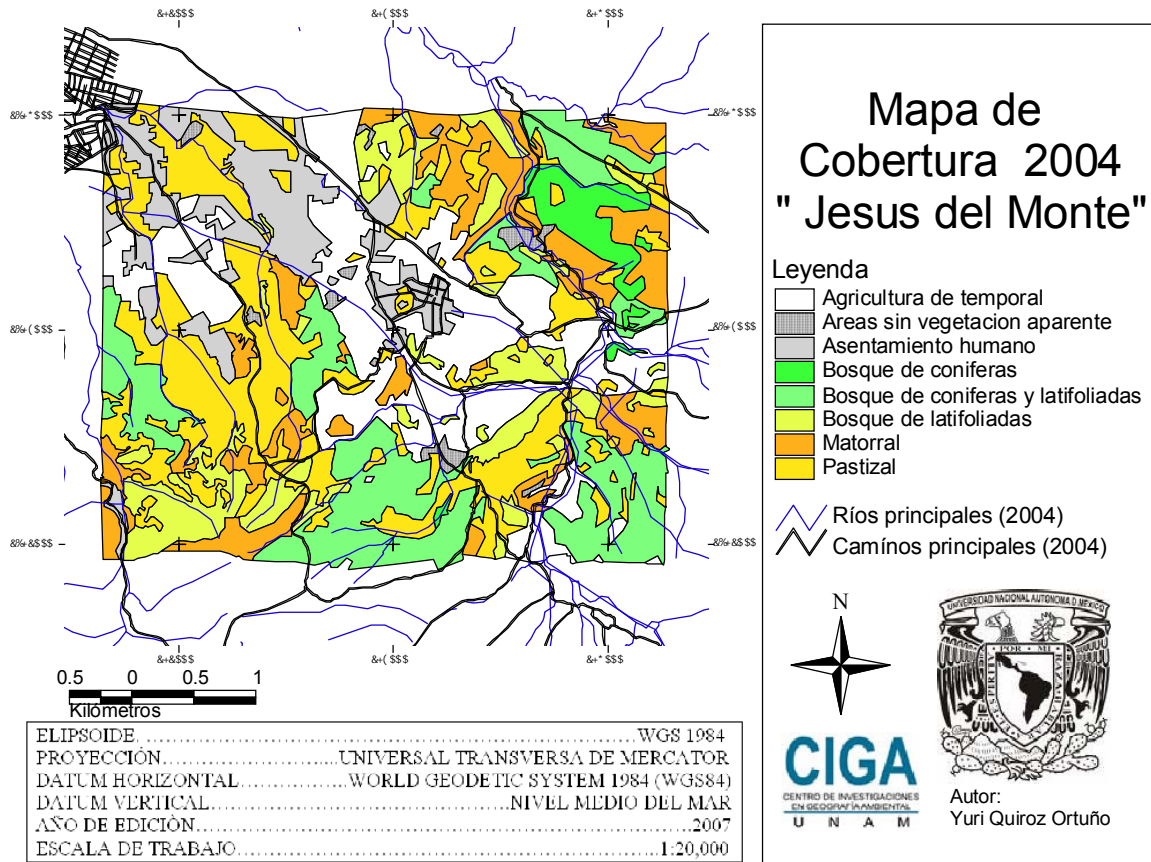


Figura 6: Mapa de Cobertura 2004

4. Conclusiones y Recomendaciones

- Se distinguieron en las tres fechas (1969, 1995 y 2004), diferentes estados de cobertura y uso del suelo. Por el análisis podemos concluir que:
 - En los sesentas (1969) las actividades afectaron fuertemente la vegetación natural de la zona, debido a que la población era mayoritariamente rural, principalmente ejidatarios, dedicada a actividades primarias fuertemente extractivas: pecuarias, agrícolas y forestales (en ese orden de importancia y ocupación del territorio).
 - Para el año de 1995 se identifica un aumento importante en la cobertura natural de bosques y matorrales, debido especialmente a la disminución de la actividad pecuaria (pastoreo extensivo). La actividad agrícola se mantiene estable incluso a nivel de parcela y aparece el primer frente urbano de la ciudad de Morelia.
 - Es notorio en el primer periodo una recuperación de la cobertura natural, seguida por una tendencia fuerte de crecimiento urbano con un abrupto impacto negativo por la construcción de asentamientos humanos.



✚ Con respecto a la metodología se concluye:

- El incluir información de flora y uso de suelo en el sistema clasificatorio aporta consistencia a la clase de cobertura asignada, haciéndola más fácil de identificar o de reclasificar en el caso de existir la necesidad de un cambio de sistema clasificatorio (por Ej. para la homologación de información para otros propósitos). Por otro lado, el contar con información contextual de los diferentes usos de suelo, hace posible una lectura más integral del manejo, valoración y dinámica de los recursos naturales en el sitio, por parte de los actores locales.
- La dificultad para separar espacialmente la flora identificada y en especial los diferentes usos de suelo y sus niveles, permiten solo un aporte temático y conceptual a las clases de cobertura.
- El contexto particular de un determinado uso de suelo tienen una variación temporal que limita su uso de una época a otra, tiempo que no siempre resulta claro, es decir que para dos fechas diferentes una misma clase de uso de suelo puede representar diferentes estados o formas de manejo.
- Para tipos de uso de suelo extractivos, no ecológicos o no compatibles con ecosistemas naturales (por ejemplo el uso del bosque para extracción de madera intensiva sin plan de manejo forestal) existe un antagonismo claro, en la medida que la intensidad de un uso extractivo aumente, la diversidad y población de la flora natural disminuye o se altera y viceversa. La asignación de la intensidad del uso de suelo (extractivo) ayudaría a representar mejor la calidad de cobertura y del mismo uso de suelo.



CAPITULO II

“ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL SUELO”

1. Cambio de cobertura y uso de suelo

Entender el impacto que ocasiona el cambio de uso y cobertura del terreno, significa estudiar factores ambientales y socioeconómicos que afectan su uso. Sin embargo, se hacen difíciles los análisis cuantitativos de la importancia relativa de estos elementos con el cambio de la cobertura y uso del terreno, ya que las interpretaciones de cómo estos factores interactúan para estimular el cambio varían ampliamente de una región a otra (Skole, 1994; Kummer y Turner II, 1994).

Como consecuencia de la pérdida tan alta de bosques, los estudios sobre los procesos de cambio en la cobertura y uso del suelo se encuentran en el centro de la atención de la investigación ambiental actual. La mayor parte de los cambios ocurridos en ecosistemas terrestres se deben a: 1) conversión de la cobertura del terreno, 2) degradación del terreno y 3) intensificación en el uso del terreno (Lambin, 1997). Estos procesos, usualmente englobados en lo que se conoce como deforestación o degradación forestal, se asocian con impactos ecológicos importantes prácticamente a todas las escalas. Localmente inducen la pérdida y degradación de suelos, cambios en el microclima y pérdida en la diversidad de especies; regionalmente afectan el funcionamiento de cuencas hidrográficas y de asentamientos humanos; a nivel global, coadyuvan a las emisiones de gases de efecto invernadero que dan por resultado el problema del cambio climático global.

En México, estudiar la magnitud, dinámica y causalidad de los procesos de cambio de cobertura y uso del suelo es una tarea prioritaria. Este país está entre los países con mayor deforestación a nivel mundial. Para inicios de los años noventa se perdían anualmente 720,000 ha de bosques, selvas y vegetación semiárida (Maser, 1997). Existen asimismo 22 millones de hectáreas de áreas originalmente forestales que están actualmente degradadas (SARH, 1994). Los patrones de deforestación varían notablemente por regiones, con cerca del 80% concentrado en las regiones centro y sur del país (Maser, 1996).

Sin embargo, son muy escasos los estudios detallados y actualizados que permitan determinar los niveles actuales de pérdida de cobertura forestal, su expresión espacial y las variables socioeconómicas y ambientales que inciden sobre ellos. Estudios de caso regionales conducidos con diferentes técnicas y metodologías han reportado tasas de deforestación entre 1 y 8 anual dependiendo de la región, tipo de vegetación y periodo estudiado (Dirzo y García, 1991; Sierra de Santa Marta, 1996; Trejo y Hernández, 1996; Mas et al. 1996; Mendoza, E, 1997; Rosete et al. 1997,).

La mayor parte de los estudios se han concentrado en el trópico húmedo y no incluye un análisis de los factores causantes del cambio de uso del suelo. Entre las excepciones, Mendoza (1997) relacionó las tasas de deforestación para la selva Lacandona con parámetros demográficos y de infraestructura. En un estudio de los bosques del centro de México, (Mas, 1996) utilizaron datos de altitud, pendiente y distancia a carreteras para generar un modelo de simulación de carácter espacial del proceso de deforestación con

un coeficiente de predicción de entre 0.25 y 0.59. En general, puede decirse que los métodos para estandarizar la cartografía, la cuantificación y el análisis en este tipo de procesos aún no están bien establecidos y homologados.

Una forma de evaluación de los cambios en el uso del suelo es a partir de la medición del mismo, junto a la de cobertura vegetal y no vegetal. Tradicionalmente la medición de cambios de cobertura y uso del suelo se realiza sobre documentos generados mediante percepción remota (usualmente, fotografías aéreas e imágenes “de satélite”) o cartografía temática de cobertura (Anderson, 1976).

2. Marco metodológico

2.1. Análisis de cambio de cobertura y uso del suelo

A fin de obtener estadísticas confiables y coherencia geométrica, los polígonos de los mapas t2 (1995) y t3 (2004), fueron actualizados, en ese orden, a partir del mapa de polígonos del mapa t1 (1969).

Se sobrepusieron las capas de cobertura en una plataforma SIG, con ayuda del software Arc view, y se realizó un procedimiento de intersección de modo que los polígonos de ambas fechas se juntaran tanto visualmente como en la base datos asociada.

En la base de datos (tabla asociada a la intersección) se generó el área para cada nuevo polígono correspondiente a las áreas de transición de las coberturas de la primera y segunda fecha.

Posteriormente la base de datos fue exportada a una hoja de cálculo en el software Excel, donde fueron construidas matrices de transición de tipo markoviano, que tiene como propiedad que las sumas de sus filas es igual a 1.

En la base de datos SIG, las transiciones en estas matrices fueron analizadas y asociadas a procesos de cambio con ayuda de bibliografía.

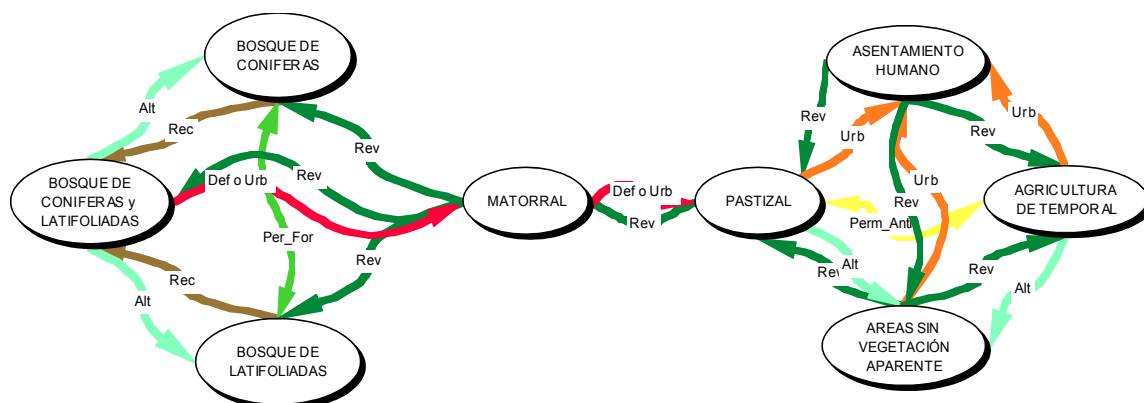


Figura 1: Esquema del modelo de cambio



Una vez analizados los cambios, se procedió a elaborar un diccionario de procesos donde se conceptualizó cada proceso (ver Anexo Cap.II).

Finalmente se elaboró una matriz, también markoviana, para la reclasificación de las transiciones en procesos de cambio, basado en el modelo propuesto por Larrazabal, (2006), así como una matriz de dirección de cambio; con las que se procedió a elaborar los mapas de procesos de cambio sobre la misma plataforma SIG mencionada.

Matriz de Procesos de Cambio	Bosque de coníferas y latifolias	Bosque de coníferas	Bosque de latifolias	Matorral	Pastizal	Agricultura de temporal	Area sin vegetación aparente	Asentamiento humano	Matriz de Dirección del Proceso de cambio	
	Bosque de coníferas y latifolias	Per	Al	Al	Def	Def	Def	Def		Def y Urb
	Bosque de coníferas	Rec	Per	Per_For	Def	Def	Def	Def		Def y Urb
Bosque de latifolias	Rec	Per_For	Per	Def	Def	Def	Def	Def y Urb		
Matorral	Rev	Rev	Rev	Per	Def	Def	Def	Def y Urb		
Pastizal	Rev	Rev	Rev	Rev	Per	Per_Ant	Al	Urb		
Agricultura de temporal	Rev	Rev	Rev	Rev	Per_Ant	Per	Al	Urb		
Area sin vegetación aparente	Rev	Rev	Rev	Rev	Rev	Rev	Per	Urb		
Asentamiento humano	Rev	Rev	Rev	Rev	Rev	Rev	Al	Per_Ant		

PROCESOS DE CAMBIO	
←	→
Recuperación	Alteración
Revegetación	Deforestación Urbanización
Permanencia	
Permanencia antropica	
Permanencia Forestal	

Figura 2: Matriz para la designación de procesos de cambio

2.2. Estimación de los proceso de cambio

Los procesos de cambio, así como el modelo de cambio están descritos detalladamente en el diccionario de procesos que se adjunta también a este documento. De los resultados obtenidos del cruce de los mapas de cobertura (t1-t2 y t2-t3), se elaboraron matrices de procesos de cambio, de las que se calcularon las tasas de cambio de acuerdo a la ecuación utilizada por la FAO en 1996 (ecuación 1), la cual expresa el cambio en porcentaje al principio de cada año.

$$\delta_n = \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^{1/n} - 1 \quad \text{(Ecuación 1)}$$

donde δ es la tasa de cambio (para expresar en % hay que multiplicar por 100),

S_1 superficie en la fecha 1,

S_2 superficie en la fecha 2,

n es el número de años entre las dos fechas.

(Ref.: Velázquez et al., 2002)



Finalmente a fin de proporcionar mas contundencia en este estudio, se calculó un índice de importancia realizado por Díaz-Gallegos & Mas (2006), que expresa en porcentaje la predominancia de cada proceso en función a su densidad y su frecuencia, es decir que el índice permite analizar la proporción de cada clase con respecto al total del área, tomando en cuenta no solo el tamaño de la clase sino también el grado de fragmentación. Esto permite evaluar mejor a cada clase ya que el tamaño de la clase y su expresión visual pueden darnos una falsa idea de su proporción con respecto al resto de las clases.

$$Ind. de importancia = (frecuencia + Densidad) / 2 * 100$$

Donde: (Ecuación 2)
Frecuencia es el número de polígonos de la clase (proceso) sobre el número total de polígonos.
Densidad = área de la clase (proceso) sobre el área total.
Ref.: Díaz-Gallegos, J.R. y J.F. Mas. 2006

3. Resultados y Discusión

3.1. Análisis periodo 1969-1995 (t1 – t2)

Destaca el proceso de **Revegetación** con un **42 %** de índice de importancia (1057has.) y las áreas que no manifestaron cambio, con un índice de 30 % del proceso de Permanencia. Esto hace pensar que existió, en estos años muy poca influencia antrópica sobre todo con las coberturas naturales apartadas y una tendencia a mantener los usos tradicionales del suelo, relacionado a que los asentamientos humanos en el área de estudio eran escasos en 1969 (5 ha), los cuales se incrementaron en 1995 a solo 58 ha. Es decir la densidad de población era baja.

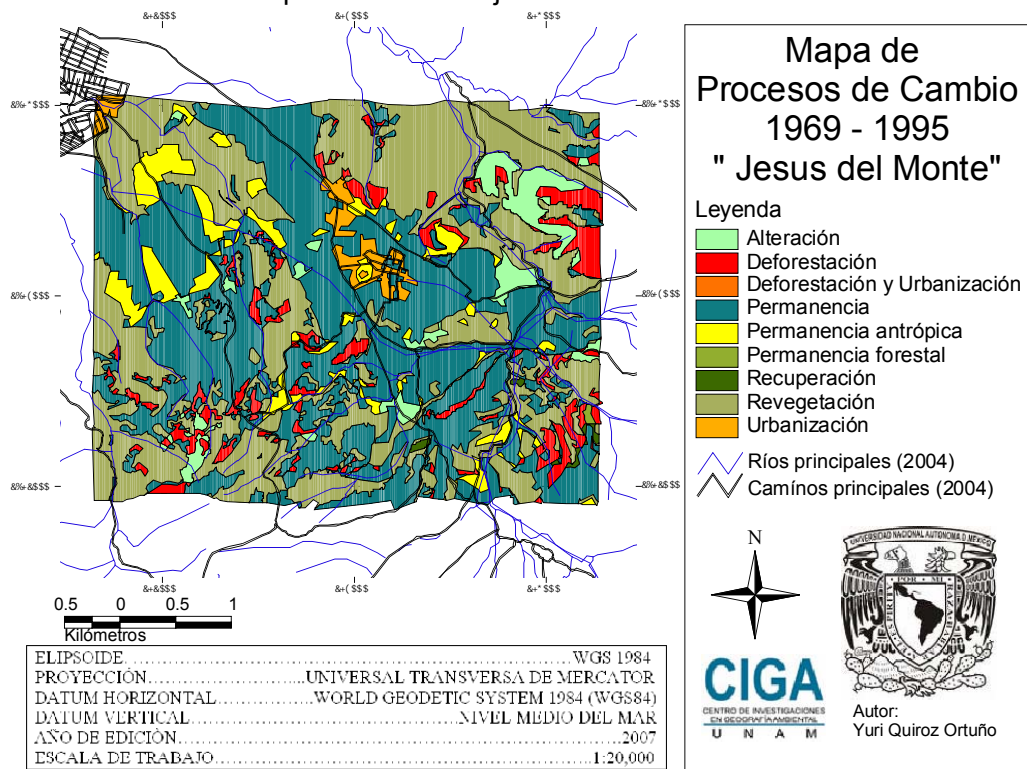


Figura 3: Procesos de Cambio 1969 – 1995



Tabla 1:

Matriz de cambio t1 –t2 (Tasas en porcentaje anual)

Suma de HECTARES	Cobertura 1995								Tasa de cambio (%)	
Cobertura 1969	Agricultura_de_temporal	Areas_sin_vegetacion_aparente	Asentamiento_humano	Bosque_de_coniferas	Bosque_de_coniferas_y_latifoliadas	Bosque_de_latifoliadas	Matorral	Pastizal		Total general
Agricultura_de_temporal	641.312	27.472	42.199	3.407	12.248	40.591	17.265	118.691	903.185	-0.93
Areas_sin_vegetacion_aparente	28.356	13.973	10.322	18.424	56.911	46.717	132.221	180.294	487.218	-8.45
Asentamiento_humano	0.034		4.748						4.782	10.47
Bosque_de_coniferas							1.55		1.55	17.33
Bosque_de_coniferas_y_latifoliadas	3.35			54.971	123.753	20.36	42.964	25.538	270.936	1.94
Bosque_de_latifoliadas	4.088			2.053	6.927	30.147	30.339	6.859	80.413	5.00
Matorral	6.486	0.96	0.412		77.015	70.911	60.453	56.801	273.038	1.81
Pastizal	31.269	11.252		5.348	160.978	63.799	142.291	299.735	714.672	-0.15
Total general	714.895	53.657	57.681	84.203	437.832	272.525	427.083	687.918	2735.794	

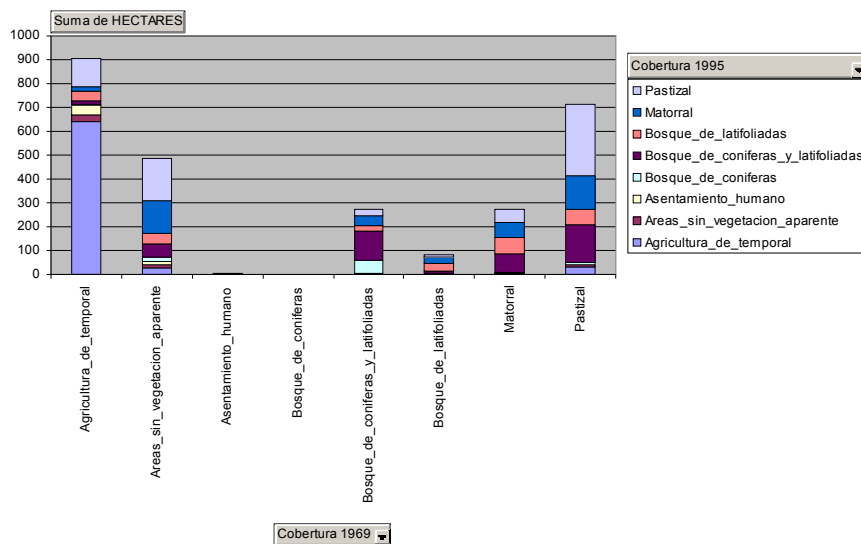
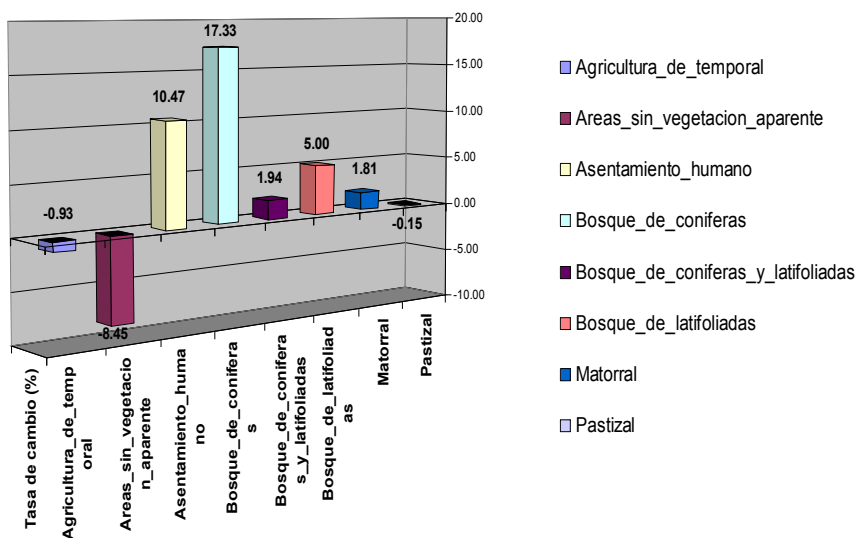


Figura 4: Cambio de Coberturas 1969 – 1995

De acuerdo a las encuestas realizadas para la descripción de uso de suelo en el anterior capítulo (ver anexos Cap.I) uno de los acontecimientos importantes que influyo en pequeño crecimiento urbano en la zona en este periodo, es probablemente el terremoto de 1985, que trajo muchos emigrantes a esta parte de México.



TASA DE CAMBIO 1969 - 1995



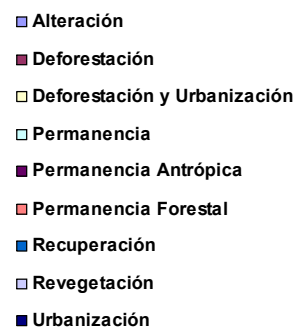
Nota: Tasa de cambio en %/año
Figura 5: Tasa de cambio 1969 – 1995

Tabla 2:

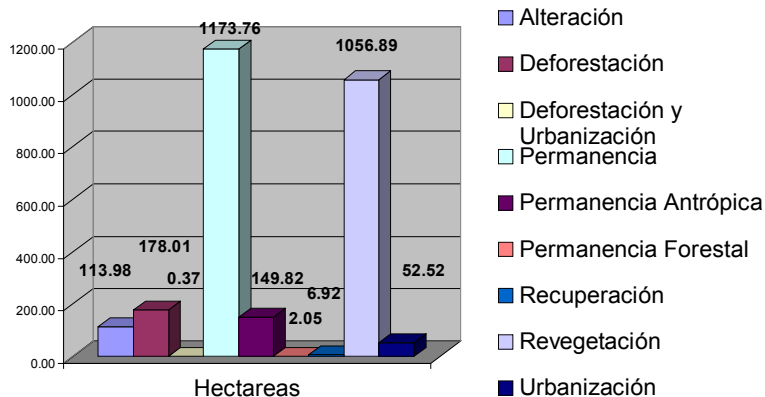
Índice de importancia para Procesos de cambio t1 –t2

Proceso de Cambio 1969 – 1995	Nº Pol	Has.	Frec	Dens	Índice (%)
Alteración	27	114	0.04	0.04	4
Deforestación	142	178	0.22	0.07	14
Deforestación y Urbanización	2	0	0.00	0.00	0
Permanencia	110	1174	0.17	0.43	30
Permanencia Antrópica	60	150	0.09	0.05	7
Permanencia Forestal	1	2	0.00	0.00	0
Recuperación	6	7	0.01	0.00	1
Revegetación	285	1057	0.45	0.39	42
Urbanización	5	53	0.01	0.02	1
TOTAL	638	2736	1.00	1.00	100

Índice de Importancia 1969 - 1995 (%)



Procesos de Cambio 1969 - 1995



Otro proceso importante también en este periodo es la Deforestación con un 14 % de índice de importancia, lo cual nos indica que a pesar de la importancia de la Revegetación la extracción de madera encino, de pino y la habilitación de tierras para pastoreo y agricultura se practicaba regularmente en la zona. Sin embargo por tratarse de un lapso de 24 años asumimos que la dinámica de procesos intermedios fue más diversa.

Los actores principales en este lapso de tiempo fueron las poblaciones locales, como las de "Jesús del Monte", quienes fueron dueños de estas tierras que correspondían al régimen de propiedad social de tipo "ejidal", caracterizado por la asociación principalmente de campesinos organizados en asamblea.

3.2. Análisis periodo 1995-2004 (t2 – t3)

En este lapso de tiempo más corto (9 años), se distingue como el más alto, el índice de importancia para el proceso de Permanencia con un 72 %, es decir que 2285 de 2736 has del territorio en 1995 permaneció sin cambios en el 2004. Esto se entiende como una fuerte estabilidad en el uso del suelo en este periodo, que puede explicarse como un estado de latencia o espera a un futuro y fuerte proceso de Urbanización, que para el 2004 está contemplado en el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Morelia con la construcción de nuevos y grandes fraccionamientos (A de M, 2004).

Es importante mencionar que la comparación de la estabilidad entre los dos periodos se dificulta por la diferencia de duración de los mismos, de 26 y 9 años para cada periodo respectivamente, pero son considerados como válidos para indicar la tendencia de los procesos de cambio.

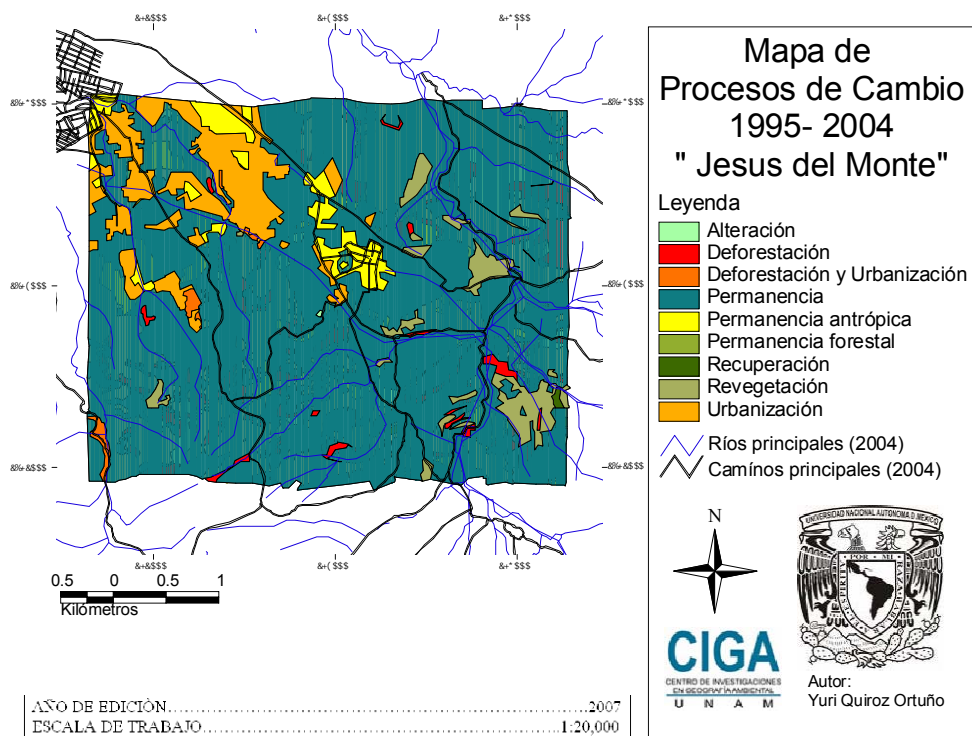


Figura 6: Procesos de Cambio 1995 – 2004



La evidencia importante de reducción del índice de importancia de los procesos de Deforestación (de 14 a 6%) y Revegetación (de 42 a 6%), nos indican un abandono de tierras y un cambio en la vocación de uso, expresado en una Revegetación importante considerando el corto periodo de tiempo evaluado en el último periodo.

Contrariamente a estos datos se incrementó fuertemente el índice para el proceso de Urbanización (de 1 a 10%), comportamiento que explica el cambio de los procesos ya mencionados.

Tabla 3:
Matriz de cambio t2 –t3 (Tasas en porcentaje anual)

Suma de Hectareas	Cobertura 2004								Tasa de cambio (%)	
Cobertura 1995	Agricultura_de_temporal	Areas_sin_vegetacion_aparente	Asentamiento_humano	Bosque_de_coniferas	Bosque_de_coniferas_y_latifoliadas	Bosque_de_latifoliadas	Matorral	Pastizal		Total general
Agricultura_de_temporal	585.707	0.593	94.787				0.997	32.809	714.893	-0.75
Areas_sin_vegetacion_aparente		29.722	2.283					21.65	53.655	-2.12
Asentamiento_humano			57.682						57.682	6.77
Bosque_de_coniferas				82.01	2.191				84.201	0.00
Bosque_de_coniferas_y_latifoliadas	0.484				432.139		2.879	2.33	437.832	0.31
Bosque_de_latifoliadas	1.38		0.799			264.075		6.269	272.523	0.20
Matorral	1.518	1.038	14.984	3.422	39.942	22.167	338.927	5.075	427.073	-0.80
Pastizal	2.781		126.412				6.674	551.98	687.847	-0.39
Total general	591.871	31.388	296.949	84.106	472.626	286.241	349.479	623.131	2735.79	

Considerando que estos incrementos se llevaron a cabo en menos de la mitad del periodo t1–t2, el proceso de **Urbanización** se constituye en el más dinámico, significando un incremento de 58 has en 1995 a 297 has para el 2004.

Este crecimiento está concentrado en la zona Noroeste de nuestra área donde las poblaciones, principalmente emigrantes (poblaciones de otros estados, principalmente clase media), se han establecido en principio debido al bajo costo de los terrenos y luego a la llegada de servicios básicos a estas zonas (Luz, agua, etc.). Sin embargo gran parte de estas nuevas áreas urbanas (más hacia el norte) se han constituido en áreas urbanas residenciales, de grandes extensiones y junto a ellas instalaciones de servicios de media a grande envergadura como el Tecnológico de Monterrey, que aparecen en el área como frente de la expansión urbana.

Es necesario mencionar que los asentamientos humanos nuevos son prácticamente irreversibles y que por el contrario estas áreas tienden a urbanizarse más.

Junto al crecimiento urbano y poblacional de la cercana ciudad de Morelia, la demanda de servicios incrementa la oferta de empleo a estas poblaciones nuevas y también a las poblaciones locales o tradicionales, que están cambiando su vocación de uso de suelo a estas nuevas alternativas, que usualmente generan mejores ingresos que las actividades tradicionales.

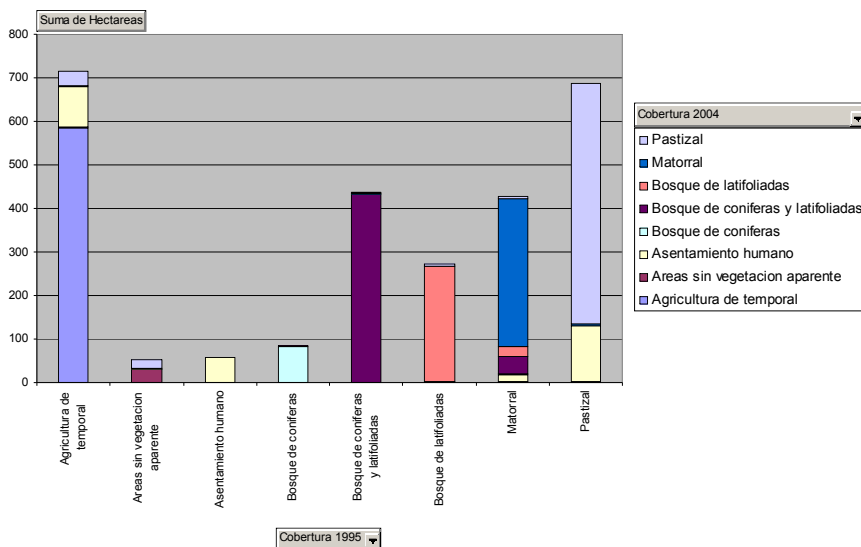
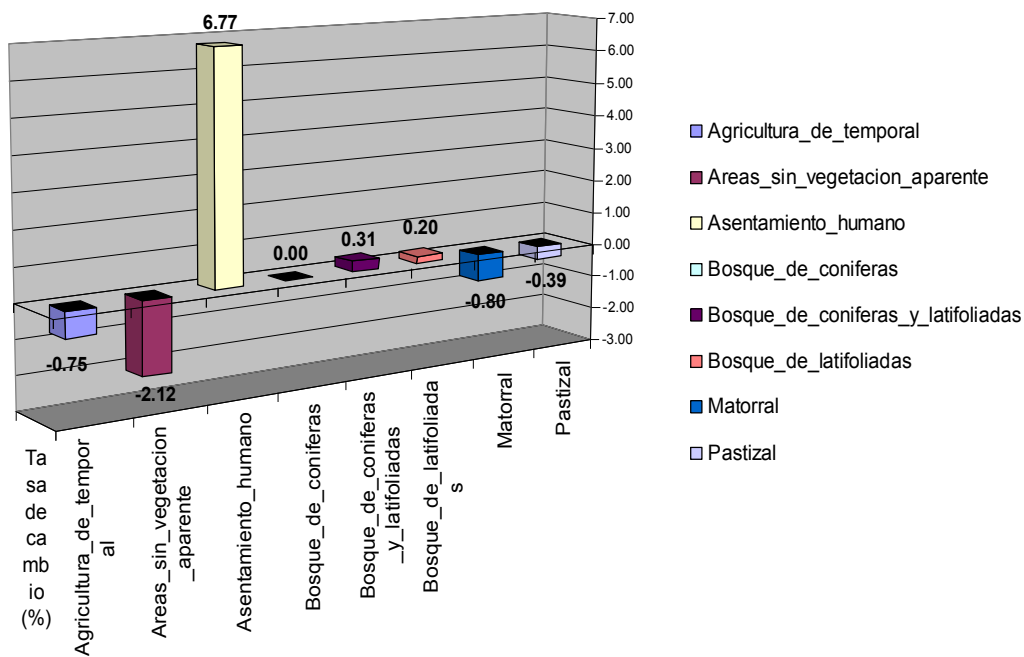


Figura 7: Cambio de Coberturas 1995 - 2004

TASA DE CAMBIO 1995 - 2004



Nota: Tasa de cambio en %/año
Figura 8: Tasa de cambio 1995 - 2004

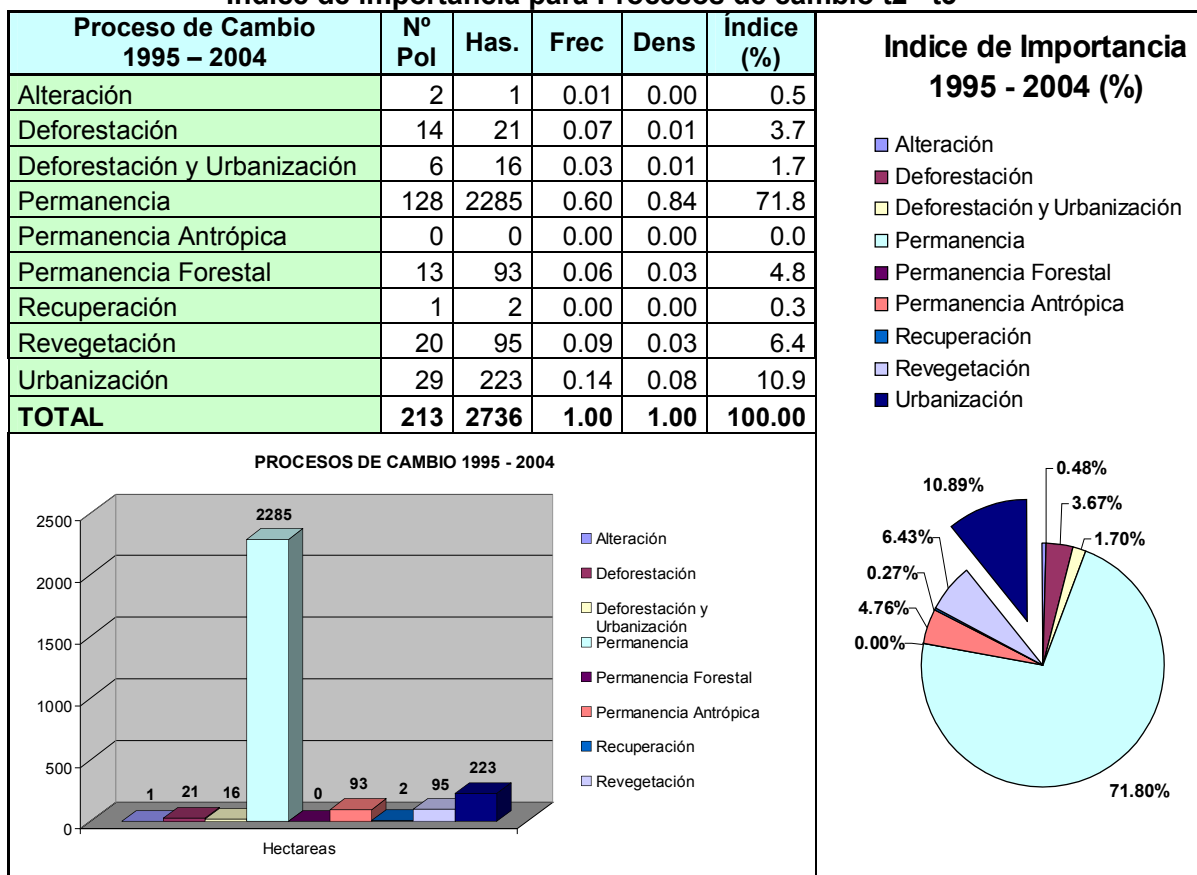
Los efectos de esta influencia pueden traducirse en el abandono de tierras, motivo por el cual el proceso de revegetación se mantiene aun alto (95 has).



Por otro lado existe otro frente de crecimiento de la urbanización más cerca de las poblaciones locales, que puede explicarse por el hecho que la población urbana de la ciudad de Morelia ha comenzado a construir casas de campo en los alrededores.

Tabla 4:

Índice de importancia para Procesos de cambio t2 –t3



Nota: como el Proceso “Deforestación y Urbanización”, es una categoría mixta (revisar diccionario de procesos), se corrige: Urbanización = 10 % y Deforestación = 6%.

Si comparamos los dos periodos vemos que la tendencia más importante, como ya lo dijimos, es hacia la urbanización, principalmente en desmedro de las áreas agrícolas, pastizales y matorrales, en ese orden de intensidad respectivamente.

Por los planes de urbanización que se pueden observar en el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Morelia y los artículos publicados en la prensa local (León G., 2007), las áreas con bosque, son demandadas en estos últimos años para el establecimiento de áreas residenciales.



Tendencias de cambio de cobertura

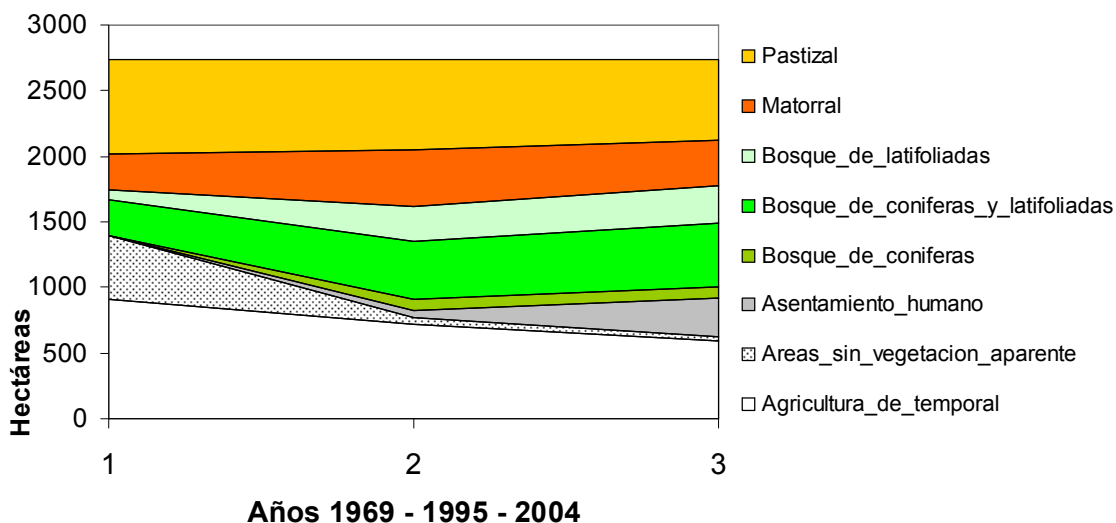


Figura 9: Tendencias de cambio de cobertura

El resto de las coberturas tienden a un proceso de Revegetación (incluidos los bosques) y a la permanencia, esto debido a que gran parte del área de estudio sufre procesos de especulación de tierras, es decir las tierras son compradas para urbanizar y hasta que llegue el momento de hacerlo estas revegetan o se mantienen estables (permanecen).

Tendencia de los Procesos de Cambio

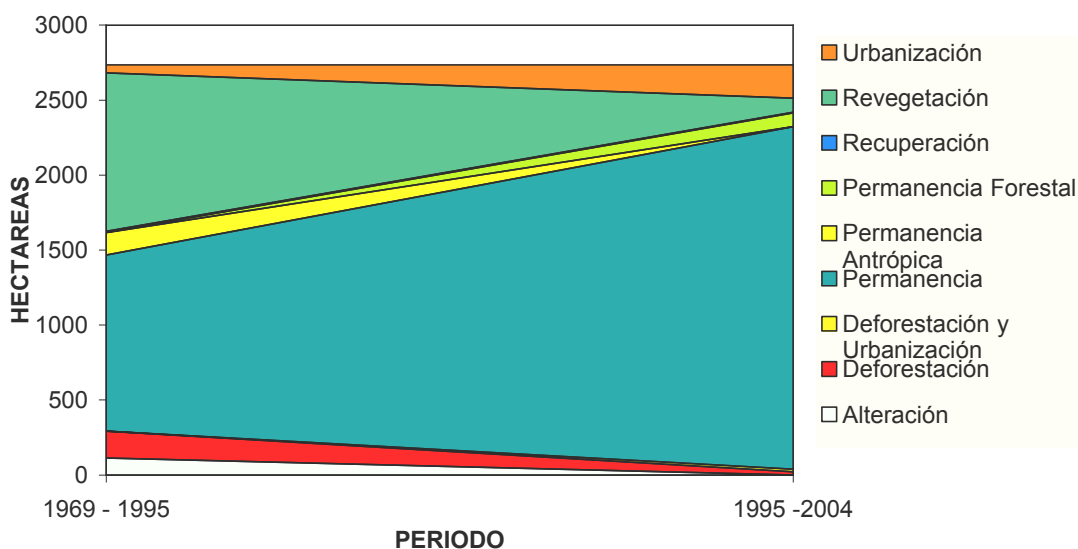


Figura 10: Tendencia de los procesos de cambio

Las causas y su forma de expresión serán discutidas y analizadas en el siguiente capítulo.



4. Conclusiones y Recomendaciones

- ✚ En el primer periodo (1969 a 1995) se concluye que:
 - La cobertura más dinámica es la de bosque de coníferas con una tasa de cambio anual de 17%, es decir que existió una importante reforestación, para fines de aprovechamiento forestal, principalmente en superficies sin vegetación aparente y en pequeña parte en áreas agrícolas.
 - Los asentamientos humanos crecieron con una tasa anual de 10 %, que supone un crecimiento natural de la población local, que implica 1% de índice de importancia para el proceso de Urbanización.
 - Otro cambio importante fue la recuperación de áreas sin vegetación aparente con un -8% de tasa anual, que puede atribuirse a la disminución del pastoreo extensivo.
 - Los procesos de cambio más importantes fueron el de revegetación, permanencia y deforestación con un índice de importancia de 42, 30 y 14 % respectivamente, lo que nos dice que la zona permaneció en general en sus vocación productiva, conservando las áreas de producción agrícola y disminuyendo las de pastoreo (como ya se mencionó) en favor de los bosques de pino, es decir la extracción de madera y resina.

- ✚ En el segundo periodo (1995 a 2004) se concluye:
 - Los asentamientos humanos fueron la cobertura con más crecimiento 7 % de tasa anual, principalmente sobre áreas con cobertura agrícola y pastizal, crecimiento localizado al Noroeste de nuestra zona de estudio, producto de la expansión urbana de la ciudad de Morelia.
 - Luego del proceso de permanencia (72% de índice de importancia), el segundo proceso más importante es el de urbanización con un índice de importancia del 11 %.
 - Tomando en cuenta el porcentaje de permanencia, la disminución de la deforestación (4%) y un proceso de revegetación aun importante para estos 9 años (6%), podemos concluir que este periodo está controlado por el crecimiento urbano de la ciudad de Morelia, en desmedro de las actividades primarias.
 - Es notorio el cambio de una vocación primaria productiva a una de transformación urbana en aceleración.

- ✚ Con respecto a la metodología empleada en este capítulo se concluye:
 - La información resultante de un análisis de procesos de cambio es una herramienta útil para: entender y ordenar la dinámica de cambio entre coberturas y la posibilidad de ocurrencia de estos a través del tiempo.
 - Un análisis de cambio puede darnos un acercamiento a cuales serán las tendencias de cambio en el futuro pero limitado a los antecedentes históricos encontrados.
 - Para procesos muy dinámicos y de impacto fuerte en poco tiempo, como son los procesos de urbanización, se requiere información para periodos más cortos y/o abundante información contextual del área de estudio.
 - La construcción de modelos de procesos de cambio requieren de una intensa conceptualización de los procesos, fuertemente relacionada a la problemática local y temporal de la zona de estudio.
 - Datos crudos sin un análisis contextual pueden dar una idea errónea del comportamiento o valoración de un proceso de cambio.



CAPITULO III

“MODELIZACIÓN PROYECTIVA DE COBERTURA Y USO DEL SUELO”

1. Modelos de Predicción

1.1. Concepto

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, se entiende por modelo a un esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o realidad compleja, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento. Englobados dentro del concepto general de modelo, encontramos aquellos que tratan sobre los cambios en los usos del suelo cuyo objetivo directo es la transición entre usos (Aguilera, 2006).

Los primeros trabajos en modelización urbana aparecen en los Estados Unidos al final de los años 50s en forma de modelos de planificación del transporte, debido al crecimiento automovilístico de la época. La aparición de las computadoras determinó lo que se denominó “Revolución Cuantitativa”, las ciencias sociales (Sociología, Geografía, Economía, Ciencias Políticas, Planeamiento Urbano) reunieron entonces las condiciones necesarias para experimentar en este ámbito de la investigación (Almeida, 2003).

El creciente interés por la modelización se traduce en la proliferación de distintos tipos de modelos diseñados para el estudio de fenómenos urbanos (Aguilera, 2006).

1.2. Tipos de modelización

Algunos de los distintos modelos identificados por Berling-Wolf y Wu en 2004 son aquellos primeros modelos empleados en estudios para la planificación del transporte, que estaban generalmente basados en la teoría de la gravedad o en matemática lineal. Modificaban las ecuaciones de Newton para la gravedad y establecían que la atracción, por ejemplo entre dos ciudades era directamente proporcional al tamaño de la ciudad e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separaba.

Posteriormente aparecieron modelos de ubicación de actividades, que tenían como objetivo el determinar zonas de residencia, zonas industriales, comerciales, etc. Estos modelos estaban basados en la teoría del lugar central, que asumía que cada familia se desplaza al centro más cercano que pudiera satisfacer el objetivo de su viaje. Otros modelos se desarrollaron con el objetivo de simular el mercado urbano, como el de Herbert-Stevens, que se basaba en la oferta y demanda existente para cada residencia, pero no tenía representación espacial (Aguilera, 2006).

A continuación se desarrollaron nuevos modelos, que incluían usos del suelo y modelos de transporte, algunos de los cuales fueron operativos; pero no fue hasta finales de los 70s, cuando se empezaron a desarrollar **modelos con elementos dinámicos** que podían modelizar mejor dinámicas espaciales. Una de las



herramientas matemáticas que permitía realizar este propósito son los autómatas celulares (AC) diseñados por Von Neuman y Stanislaw Ulam en los años 40.

Estos últimos años, y en el marco de un creciente interés por la modelización de fenómenos complejos, los modelos predictivos del crecimiento urbano basados en autómatas celulares han experimentado un enorme auge (Aguilera, 2006).

1.3. Autómatas Celulares

Los autómatas celulares se pueden entender como sistemas espaciales dinámicos muy simples en los que el estado de cada celda depende de los estados previos de las celdas vecinas, de acuerdo con un conjunto de reglas de transición (Aguilera, 2006).

Podemos definir un autómata celular como un sistema dinámico formado por un conjunto de elementos sencillos idénticos entre sí, pero que en conjunto son capaces de demostrar elementos complejos. En ellos el estado de cada elemento, depende del estado previo de los elementos vecinos, según un conjunto de reglas de transición (Aguilera, 2006).

Los autómatas celulares fueron diseñados por John Von Neuman y Stanislaw Ulam, aunque la idea de Autómata Celular pertenece a Alan Turing y su máquina universal (Aguilera, 2006).

Aguilera (2006) menciona 5 componentes básicos de los autómatas celulares:

- Un plano bidimensional o un espacio n-dimensional dividido en un número de subespacios homogéneos, conocidos como celdas. A todo esto se denomina *Teselación Homogénea*, en el caso de la integración de los autómatas en un SIG, esta Teselación es bidimensional y hace referencia a la malla raster empleada.
- Cada celda puede estar en uno de un *conjunto finito* de estados.
- Una *Vecindad* definida para cada celda, la que consiste en un conjunto contiguo de celdas. Esta vecindad puede estar formada por las celdas inmediatamente contiguas a la celda en cuestión (vecindad de Von Neuman, 4 celdas, o vecindad de Moore, 8 celdas) o en caso de modelos más complejos como los desarrollados por White (1997) en el que emplean una vecindad de 112 celdas y Barredo (2003) de 172.
- Una *Regla de Evolución*, la cual define el estado de cada celda, dependiendo del estado inmediatamente anterior de su vecindad.
- Un *Reloj Virtual de Cómputo*, el cual genera "tics" o pulsos simultáneos a todas las celdas indicando que debe aplicarse la regla de evolución y de esta forma cada celda cambiará de estado. En el caso de los modelos que integran SIG y autómatas celulares, se suele hablar de iteraciones, de tal modo que cada iteración supone una aplicación de la regla de evolución y un consiguiente cambio (o no) de estado.

El mejor ejemplo de un autómata celular es el "juego de la vida", diseñado por el matemático británico John Horton Conway en 1970, que es en realidad un juego de cero jugadores, lo que quiere decir que su evolución está determinada por el estado inicial y no necesita ninguna entrada de datos posterior. El "tablero de juego" es una malla formada por cuadrados ("células") que se extiende por el infinito en todas las direcciones. Cada



célula tiene 8 células vecinas, que son las que están próximas a ella, incluso en las diagonales. Las células tienen dos estados: están "vivas" o "muertas" (o "encendidas" y "apagadas"). El estado de la malla evoluciona a lo largo de unidades de tiempo discretas (se podría decir que por turnos). El estado de todas las células se tiene en cuenta para calcular el estado de las mismas al turno siguiente. Todas las células se actualizan simultáneamente.

Como se observa en los ejemplos de la figura 1, las transiciones dependen del número de células vecinas vivas:

- Una célula muerta con exactamente 3 células vecinas vivas "nace" (al turno siguiente estará viva).
- Una célula viva con 2 ó 3 células vecinas vivas sigue viva, en otro caso muere o permanece muerta (por "soledad" o "superpoblación").

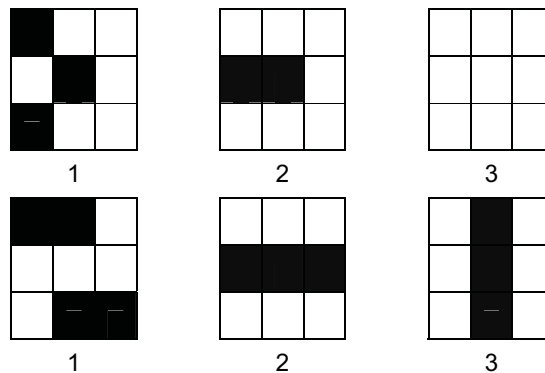


Figura 1: Dos ejemplos (1,2 y 3) de autómata celular "Juego de la vida" En blanco celdas muertas y en negro celdas vivas

Según White y Engelen (2000) las ventajas de estos modelos se pueden resumir en:

1. Son inherentes espaciales, al estar típicamente definidos para una malla *raster*, y se pueden compatibilizar con datos geográficos existentes.
2. Son dinámicos y puede representar procesos espaciales de forma directa.
3. Son adaptables a un amplio rango de situaciones.
4. Son simples, lo que equivale a una gran facilidad de cálculo.
5. Están basados en un conjunto de reglas, que pueden reflejar un elevado número de comportamientos espaciales.
6. A pesar de su simplicidad pueden exhibir comportamientos extraordinariamente ricos.

Modelos de autómatas celulares se tornaron populares y encontraron aplicabilidad en áreas como Ecología, Biología, Epidemiología, Termodinámica, Hidrología, Meteorología, entre otras (Almeida, 2003). Por todo ello, son muchos los modelos de este tipo que han aparecido en estos últimos tiempos, algunos ejemplos se describen en la siguiente tabla:

**Tabla1: Características de algunos modelos basados en autómatas celulares**

Autor	Ámbito	Periodo considerado	Factores del Modelo	Tamaño de celda	Categorías	Vecindad
White y Engelen (1997)	Cincinnati (USA)	? - 1960	Aptitud para cada categoría, accesibilidad, vecindad	80 m	Vacío, comercial, residencia, industrial	112 celdas
White, et al (1997)	Santa Lucía (España)	1987-2027	Aptitud para cada categoría, accesibilidad, vecindad, modelo económico-demográfico	250 m	Agrícola, bosques, residencial, playas, manglares ...	112 celdas
White y Engelen (2000)	Holanda	1989-2029	Aptitud para cada categoría, accesibilidad, vecindad, modelo económico-demográfico	500 m	16 categorías	196 celdas Visual,
Barredo et al (2003)	Dublín (Irlanda)	1968-1998	Aptitud para cada categoría, accesibilidad, vecindad, modelo económico-demográfico	100 m	22 categorías	172 celdas
Barredo et al (2004)	Lagos (Nigeria)	1984-2020	Aptitud para cada categoría, accesibilidad, vecindad	100 m	Res. denso, Res. discount, industrial, comercial, servicios, puerto, ...	172 celdas
Marcela María Guimaraes Godoy, (2004)	Belo Horizonte (Brasil)	2004-2020	Distancias a comercios, principales avenidas y centro urbano	100 m	9 categorías de clase intraurbana	4 celdas
Aguilera Benavente (2006)	Granada (España)	1999-2014	Distancia a vías de comunicación, pendientes, Orientaciones, Distancia a zonas urbanas, accesibilidad a servicios básicos, suelo urbanizable.	50 m	Urbano, no urbano	81 celdas
Serrano (2006)	Topilejo Distrito Federal (México)	1999-2006	Distancia a vías de comunicación, Pendiente del terreno, Uso de Suelo (Agrícola o Bosque) y Distancia a mancha urbana	Desconocido	Bosque, Despoblado, levemente construido, medianamente construido y densamente construido	Desconocido

Fuente: Aguilera 2006 con actualizaciones propias.

Estos modelos se han vuelto tan populares gracias a su manejabilidad, su capacidad de generar dinámicas que reproducen bien los procesos comunes de cambio basados en la difusión. Además, por que son capaces de reproducir fenómenos complejos desde un punto de vista de dinámicas determinísticas no lineales, pudiendo simular algunos



procesos de cambio de los más recientes y sorprendentes (Aguilera, 2006). Batty en 1997 señala cómo las ciudades crecen principalmente a causa de acciones que tienen lugar a nivel local e individual. De tal modo, su morfología puede ser entendida desde su nivel más descentralizado y local, haciendo del todo idóneo el empleo de modelos que representen los procesos urbanos desde un enfoque de “abajo hacia arriba” (bottom-up), y que simulen las ciudades como conjuntos de elementos básicos que actúan como células, que crecen y cambian.

A continuación se describe el caso de modelización en nuestra zona de estudio la cual es una zona de transición urbano-rural, entre el ejido Jesús del Monte y la ciudad de Morelia, donde se suscita un fuerte proceso de urbanización descrito en los anteriores capítulos; para tal caso las capas de cobertura del periodo 1995 – 2004 fueron reclasificadas a cinco clases y luego fueron convertidas a formato raster, con una resolución de 10 x 10 (m), posteriormente las probabilidades de transición de cobertura y uso de suelo fueron calculadas para cada celda (píxel) a través del método estadístico de “pesos de evidencia”, tomando en consideración información biofísica e información relacionada al contexto del área de estudio. Las probabilidades obtenidas alimentaron un **modelo dinámico basado en autómatas celulares** con la ayuda del software DINAMICA creado por el Centro de Sensoramiento Remoto de la Universidad Federal de Minas Gerais (CSR-UFGM), basado en algoritmos de transición estocásticos. Diferentes resultados de simulación fueron generados para el periodo 2004 – 2006 y evaluaciones estadísticas fueron efectuadas para los mejores resultados, finalmente el modelo seleccionado y validado fue corrido para el año 2015.

2. Metodología

2.1. Determinación y elección de variables de entrada

Como el proceso de urbanización es el dominante en nuestra zona de estudio se consideran las variables y su influencia en la totalidad del área de la ciudad de Morelia, a fin de evitar sesgos, sobre todo en aquellas variables que son continuas. Tomando en cuenta esto, fue generada una base de datos preliminar, que comprendió las posibles variables que podrían expresar o influir en el cambio de cobertura y uso de suelo, de acuerdo a criterios biofísicos, políticos y socioeconómicos.

Las variables fueron recopiladas de diferentes fuentes y según las características y el estado en el que se encontraban, se procedió a importarlas, georeferenciarlas, digitalizadas y procesarlas respectivamente, con ayuda del software ILWIS 3.3.

2.1.1. Variables que controlan los cambios

Luego de procesar las variables, se seleccionaron aquellas que reunieran las condiciones de acuerdo al siguiente árbol de decisión:

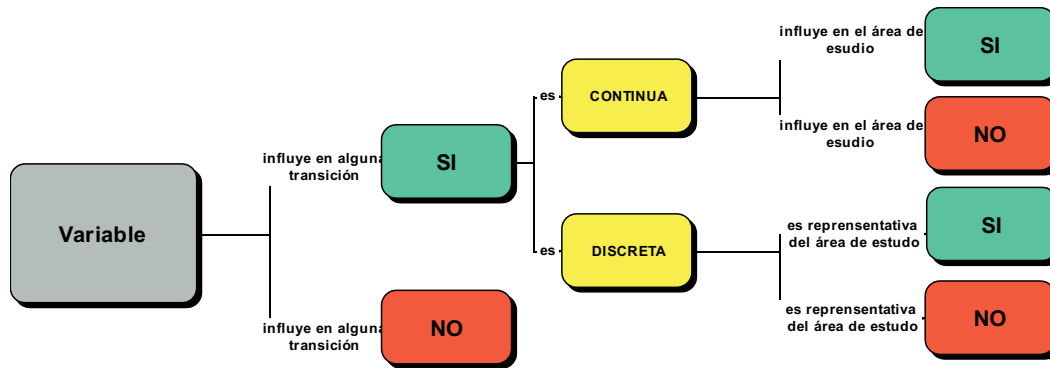


Figura 2: Árbol de decisiones para la discriminación de variables

Del grupo de posibles variables se analizó si estas “influyen en alguna transición” con respecto a si estas determinan el aumento o decremento del cambio de cobertura y/o si estas influyen en la tendencia de su ubicación espacial. Luego se analizó si estas variables son “representativas del área de estudio”, es decir si se ubican espacialmente (al menos en parte) e influyen de modo importante dentro de nuestra área, en caso de ser variable discreta o si a la distancia influyen en nuestra área de manera importante, en caso de ser variable continua.

Las variables que cumplieron con las dos condiciones fueron consideradas para ser ingresadas al modelo y las que no, fueron descartadas. Por ejemplo la variable “Reserva ecológica urbana” si influye negativamente en la transición de cualquier cobertura a asentamiento humano, la misma es considerada como variable discreta, por lo tanto si no se presenta ningún polígono dentro de nuestra área no puede ser considerada como variable en el modelo. En otro ejemplo la variable “Distancia al periférico de la ciudad” influye de modo positivo en la transición de agricultura y pastizal a asentamiento humano, como la variable es continua, la influencia de esta variable se expresa a la distancia y se considera que se expresa con la suficiente fuerza en nuestra zona de estudio, por lo tanto la variable es considerada en el modelo, en el caso de la variable “Distancia a fallas” esto no es posible ya que se considera que la influencia no tiene el efecto suficiente en nuestra zona.

Las variables seleccionadas fueron homologadas a formato raster, misma georeferencia, tamaño de píxel y cortadas con el límite del área de estudio con ayuda de ILWIS 3.3 y exportadas a DINAMICA EGO, donde fueron finalmente puestas en un archivo multicapa (variables estáticas) para facilitar su manejo dentro del modelo.

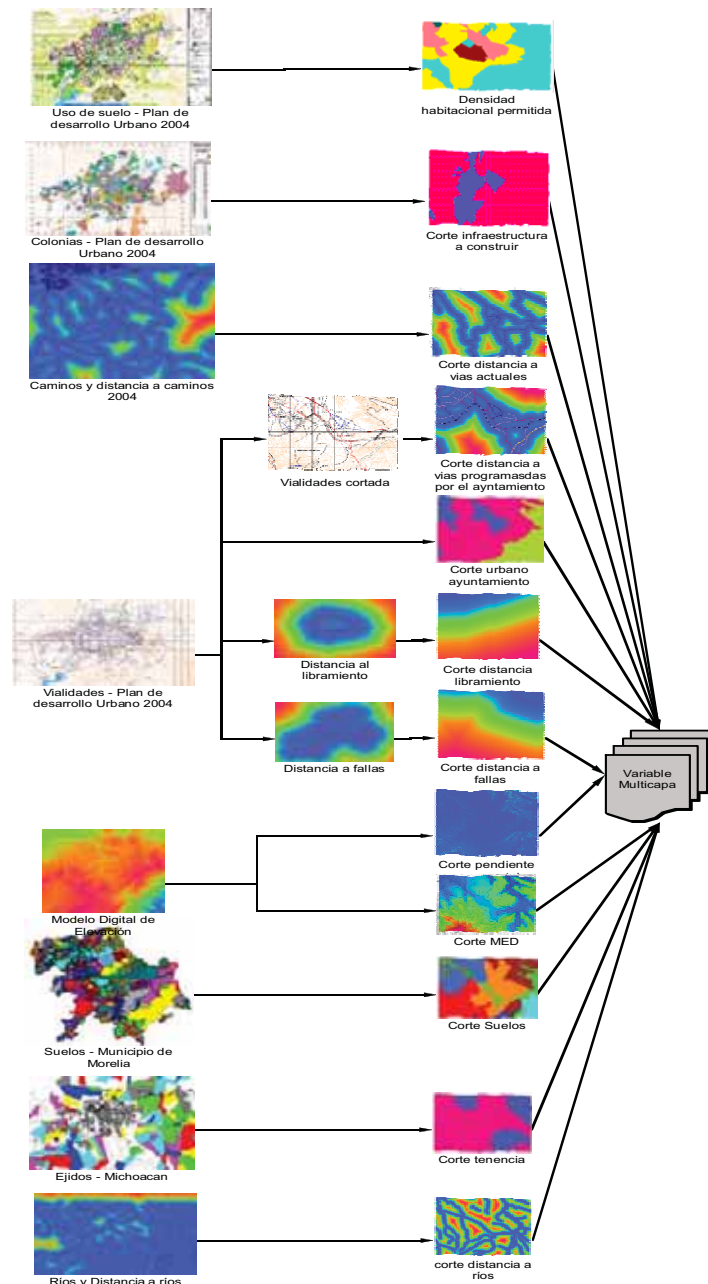


Figura 3: Esquema metodológico de procesamiento de variables

2.1.2. Reclasificación de Cobertura y Uso de suelo

De las ocho clases de cobertura y uso de suelo detectadas en el área de estudio (Asentamiento humano, agricultura, áreas sin vegetación aparente, pastizal, bosque de coníferas, bosque de coníferas y latifoliadas, bosque de latifoliadas y matorral), con ayuda de Arc View fueron reclasificadas en función a la similitud de su comportamiento en cinco clases (Asentamiento humano, Agricultura y pastizal, bosque y matorral) con el



propósito de disminuir el número de transiciones e interacción con las variables y facilitar así su manejo dentro del modelo.

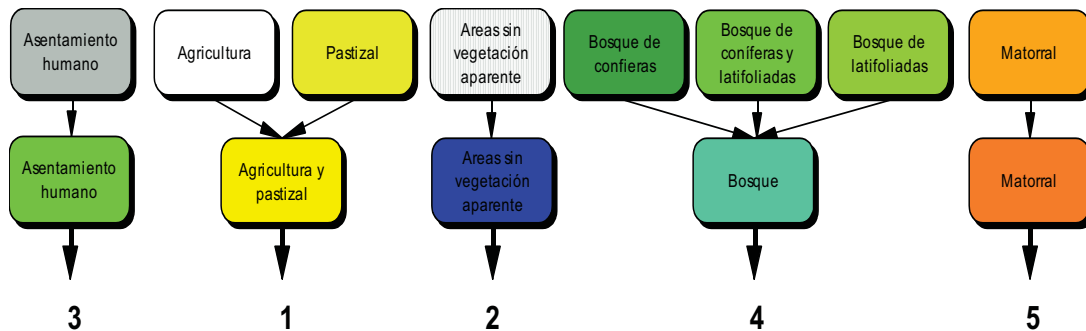


Figura 4: Esquema de reclasificación

Estas nuevas capas de cobertura y uso de suelo, fueron transformadas a formato raster y exportadas al software DINAMICA-EGO en donde a cada clase se le asignó un número.

2.2. Calibración del Modelo

2.2.1. Cálculo de la Matriz de Transición

Finalizada la reclasificación se procedió al cálculo de las tasas o porcentajes de cambio, la cual fue realizada por medio de una tabulación cruzada entre los mapas de cobertura y uso de suelo inicial y final (periodo 1995 – 2004).

Para analizar un contexto histórico, el mapa inicial debe ser el mapa más antiguo de la serie de tiempo (2004).

La matriz de transición describe un sistema que cambia a través de incrementos discretos de tiempo, en los cuales el valor de cualquier variable (en nuestro caso cobertura y uso de suelo) en un periodo dado de tiempo es la suma de porcentajes fijos del valor de las variables en el periodo de tiempo previo. La suma de fracciones a lo largo de la columna de la matriz de transición es igual a 1. La línea diagonal de la matriz de transición no necesita ser llenada ya que contiene el porcentaje de celdas sin cambio. Las tasas de transición son transferidas luego al modelo como un parámetro fijo en una fase determinada. Para el caso de DINAMICA-EGO, el paso de tiempo puede comprender cualquier extensión de tiempo, ya que la unidad de tiempo es solamente un parámetro de referencia externamente establecido.

La matriz de transición se calcula para un periodo de tiempo, en nuestro caso 9 años. Para este propósito es necesario derivar la matriz de transición de salto múltiple, esta es equivalente al número de saltos de tiempo en que se divide el periodo a considerar

En resumen, el modelo diseñado en DINAMICA-EGO arroja dos matrices, una que expresa el promedio de las tasas de transición para un paso (un año, paso múltiple) y la segunda las tasas para todo el periodo analizado (9 años, paso simple).

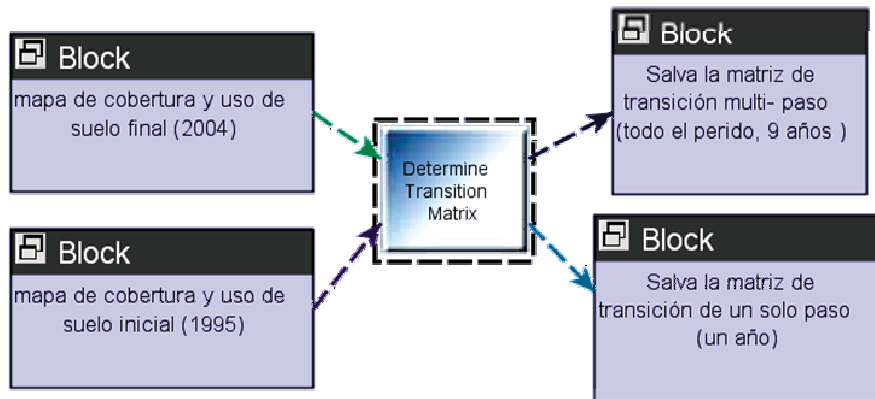


Figura 5: Modelo para el cálculo de matriz de transición

Los datos resultantes fueron corroborados con las tasas calculadas en el capítulo II, para el mismo periodo pero con las clases originales.

2.2.2. Cálculo de los Rangos de Pesos de Evidencia

En este paso son calculados rangos para categorizar las variables continuas, para posteriormente derivar los pesos de evidencia, que se pueden calcular solamente para las variables espaciales categóricas. De esta manera se selecciona el número de intervalos y su tamaño de almacenamiento intermedio, con el propósito de mejorar la estructura de los datos.

Este proceso es también realizado con la asistencia del software DINAMICA-EGO, a través de un modelo que permite escoger los rangos que delimitan categorías que tienen un efecto diferencial sobre los cambios.

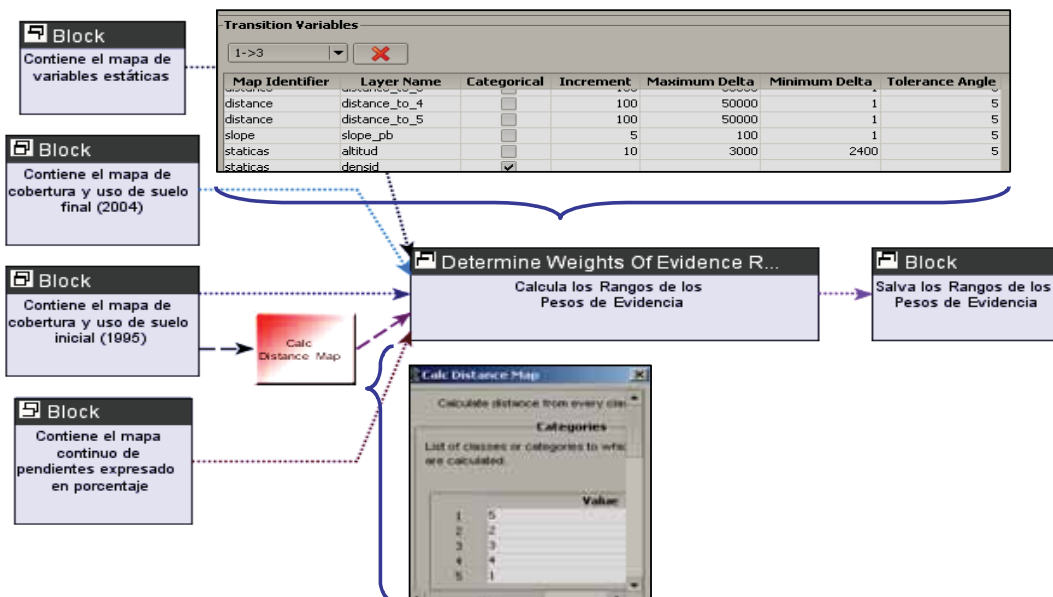


Figura 6: Modelo para el cálculo de rangos de pesos de evidencia



El modelo da como resultado un archivo de texto que expresa los rangos óptimos para categorizar cada variable continua para todas las transiciones contempladas. Estos resultados son utilizados luego como insumo de entrada para el cálculo de los coeficientes de pesos de evidencia.

2.2.3. Cálculo de los Pesos de evidencia

De acuerdo con Almeida en 2003, el cálculo de pesos de evidencia es el método para el cálculo de probabilidades de transición de cobertura y uso de suelo, basado enteramente en el “Teorema de Bayes”, que trata de la **probabilidad condicional**, esta es la probabilidad de que un evento ocurra, dado que otro evento, independiente del primero ya ocurrió.

Para entender mejor la construcción de este método, podemos tomar como ejemplo el ámbito de la dinámica urbana, relativo a la probabilidad de encontrar la transición de uso no urbano a uso residencial (D) en la fase de ocurrencia previa de un patrón binario (A), que puede ser, por ejemplo, un área atendida por la red de agua. La probabilidad de encontrar la transición D en presencia de evidencia o sea, el patrón binario A (red de atención de agua), es dada por:

$$P(D/A) = \frac{P(D \cap A)}{P(A)} \quad (1)$$

Donde $P(D/A)$ es la probabilidad condicional de ocurrencia de transición no urbano – residencial dada la presencia del patrón binario A , y $(D \cap A)$ es igual a la probabilidad de ocurrencia de D y A conjuntamente. Para obtener una expresión relacionamos la probabilidad *a posteriori* de ocurrencia de transición D en términos de probabilidad *a priori*, se puede afirmar que la probabilidad condicional del patrón binario A , dada la presencia de transición R , es definida por:

$$P(A/D) = \frac{P(A \cap D)}{P(D)} \quad (2)$$

Como $P(A \cap D)$ es lo mismo que $P(D \cap A)$, tenemos:

$$P(A/D) = \frac{P(D) \cdot P(A/D)}{P(A)} \quad (3)$$

En el método de “Pesos de evidencia”, las ecuaciones son expresadas en forma de **odds**. Los “odds” (*chance*) son definidos como la razón de probabilidad que un evento ocurra por la probabilidad de que no ocurra. Los métodos de pesos de evidencia usan los logaritmos naturales de los *odds* (Almeida, 2003).

La oportunidad *a priori* es expresada por:

$$O(A) = \frac{P(A)}{P(\bar{A})} \quad (4)$$



Donde $P\{A\}$ es la probabilidad a priori. La oportunidad a posteriori es obtenida a partir del desarrollo de la probabilidad a posteriori. Sabemos que:

$$P(\bar{D}|A) = P(\bar{D}) * \frac{P(A|\bar{D})}{P(A)} \tag{5}$$

Dividiendo la ecuación (3) por $P(\bar{D} | A)$ tenemos:

$$\frac{P(D|A)}{P(\bar{D}|A)} = \frac{P(D) * P(A|D)}{P(\bar{D}) * P(A)} \tag{6}$$

Sustituyendo $P(D | A)$ del segundo término por la ecuación (5) tenemos:

$$\frac{O(D|A)}{P(\bar{D}|A)} = \frac{O(D) * P(A|D) * P(A)}{P(\bar{D}) * P(A|\bar{D}) * P(A)} \tag{7}$$

Donde $O(D / A)$ es la oportunidad condicional (a posteriori) de D dado A , $O (D)$ es la chance a priori de D y $\frac{P(A|D)}{P(A|\bar{D})} P(A|D) / P(A|\bar{D})$ es conocido como razón de suficiencia (LS).

$$O(D|A) = O(D) * \frac{P(A|D)}{P(A|\bar{D})} \text{ Razón de Suficiencia (LS)} \tag{8}$$

Tratamientos algebraicos similares llevan a la derivación de una expresión de oportunidad para la probabilidad condicional de D , dada la ausencia de la evidencia A .

$$O(D|\bar{A}) = O(D) * \frac{P(\bar{A}|D)}{P(\bar{A}|\bar{D})} \text{ Razón de Necesidad (LN)} \tag{9}$$

Donde $O (D)$ es la oportunidad a priori y $\frac{P(\bar{A}|D)}{P(\bar{A}|\bar{D})}$ es conocida como razón de necesidad

(LN). Extrayendo el logaritmo natural de las ecuaciones (8) y (9) arriba tenemos:

$$Ln[O(D|A)] = Ln[O(D)] + W^+ \tag{10}$$

$$Ln[O(D|\bar{A})] = Ln[O(D)] + W^- \tag{11}$$

La ecuación (10), es el logaritmo natural de razón de suficiencia LS denominado **peso positivo de evidencia W^+** . En la ecuación (11), tenemos el logaritmo natural de razón de necesidad LN denominado **peso negativo de evidencia W^-** . Cuando la correlación es



positiva entre la clase de uso y el patrón LN es situado en el intervalo [0,1] y su algoritmo, W^- es negativo. Si el patrón presenta correlación negativa con la clase de uso, LN será mayor que 1, y LS se encontrará en el intervalo [0,1] y su algoritmo, W^+ , es positivo. En el caso que el patrón sea totalmente descorrelacionado con la clase de uso, entonces $LS=LN=1$; la probabilidad condicional (*a posteriori*) de ocurrencia de clase de uso se igualará a la probabilidad *a priori*, esto es la presencia o ausencia del patrón no afectará la probabilidad de ocurrencia de esa clase. De la misma forma, W^+ será positivo y W^- , negativo, cuando haya correlación positiva y viceversa. Cuando la clase de uso y el patrón fuesen descorrelacionados, $W^+ - W^- = 0$, y las probabilidades a posteriori y a priori de ocurrencia de clase de uso se igualarán. Resumiendo si el **odds** se encuentra entre 0 y 1 entonces el logaritmo natural (que es el peso de evidencia) es negativo, si en cambio el **odds** es mayor a 1 el logaritmo es positivo

La razón por la cual se calculan pesos de evidencia se explica por la necesidad de combinar diferentes patrones de forma simultánea, en una única ecuación para el cálculo de probabilidad. Para esto, la presuposición de independencia condicional entre los patrones o mapas de variables es requerida. La expresión general para combinar $i=1,2,\dots,n$ mapas de patrones (M_i), para la formulación basada en *odds*, es:

$$O(D / M_1 \cap M_2 \cap \dots M_n) = O(D) \cdot \prod_{i=1}^n W^+ \quad (12)$$

Y para la basada en logaritmos naturales de *odds* es:

$$\ln(O(D / M_1 \cap M_2 \cap \dots M_n)) = \ln(O(D)) + \sum_{i=1}^n W^+ \quad (13)$$

Para el cálculo de pesos de evidencia fueron consideradas todas las transiciones resultantes del cálculo de matriz de transición y todas las variables (patrones) seleccionados, los mapas de cobertura y uso de suelo (1995 y 2004) y los rangos calculados para los pesos de evidencia, entraron como insumos a un modelo de cálculo de pesos de evidencia con ayuda del software DINAMICA –EGO.

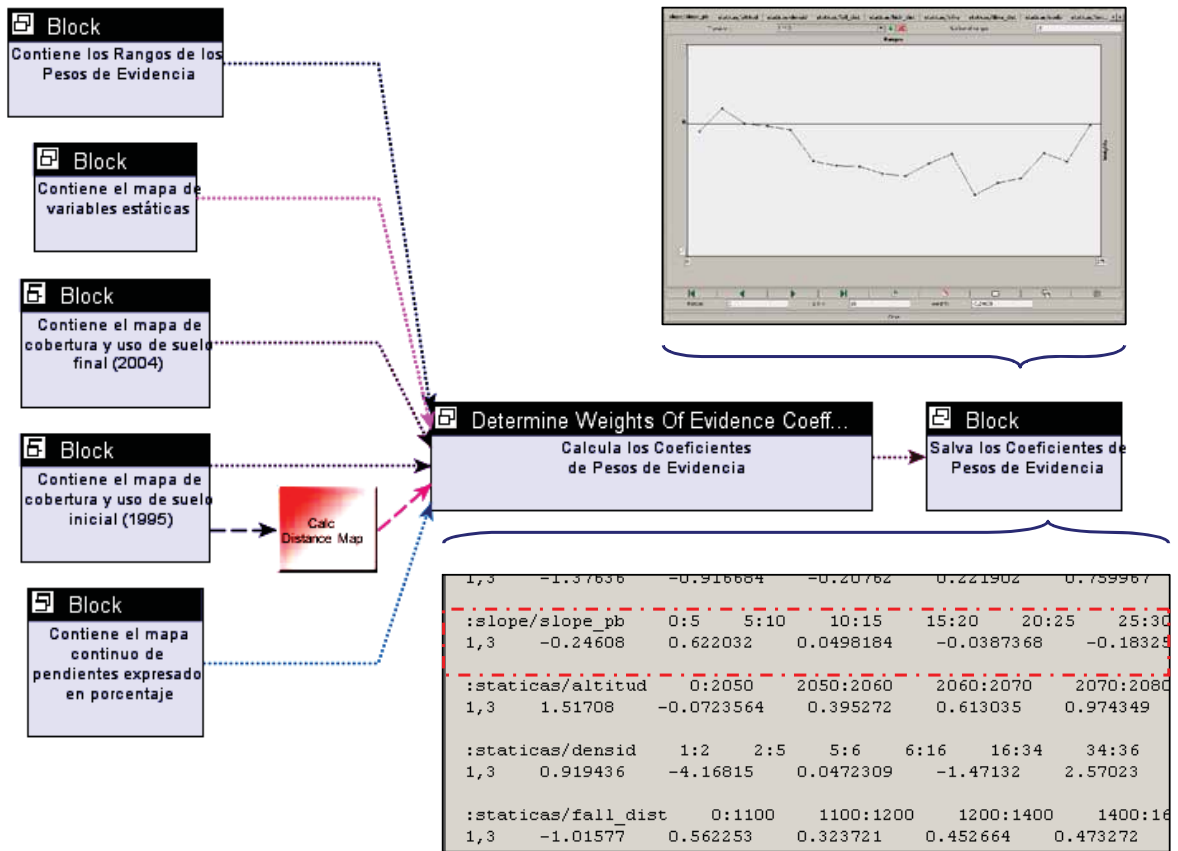


Figura 7: Modelo para el cálculo de pesos de evidencia

El modelo arroja los pesos de evidencia graficados (gráficas de dispersión) y un archivo de texto que indican la transición y la variable con sus correspondientes pesos y rangos.

2.2.4. Análisis de correlación de las variables

Como ya se mencionó, para el posterior cálculo de probabilidad condicional es requerido que las variables utilizadas para el cálculo de pesos de evidencia, sean independientes espacialmente. Para verificar esta independencia fueron utilizados el índice de Cramer y el de "Joint Information Uncertainty" (Bonhan-Carter, 1994), los cuales operan con valores reales y porcentuales, respectivamente, de áreas de sobreposición entre diferentes categorías de dos mapas, con el fin de validar la existencia de dependencia o asociación espacial entre ambos. Esto fue realizado para todas las posibles combinaciones de pares de mapas respecto a un mismo tipo de transición y para todas las transiciones encontradas en el cálculo de la matriz de transición. El "Joint Information Uncertainty", que trabaja con valores relativos de áreas de sobreposición, tiende a ser más robusto que el índice de Cramer, porque evita el riesgo de sesgo representado por los valores absolutos de áreas.

Los valores de los índices varían de cero a uno y en la medida en que el valor se acerque a uno, las variables comparadas tienen mayor correlación, es decir son más parecidas.



Para el índice de Cramer el límite de tolerancia adoptado fue de **0,45** y **0,35** para el “Joint Information Uncertainty”, mismos que fueron usados por Almeida en 2003.

El análisis de correlación fue realizado con ayuda de DINAMICA-EGO, con un modelo diseñado para ese propósito.

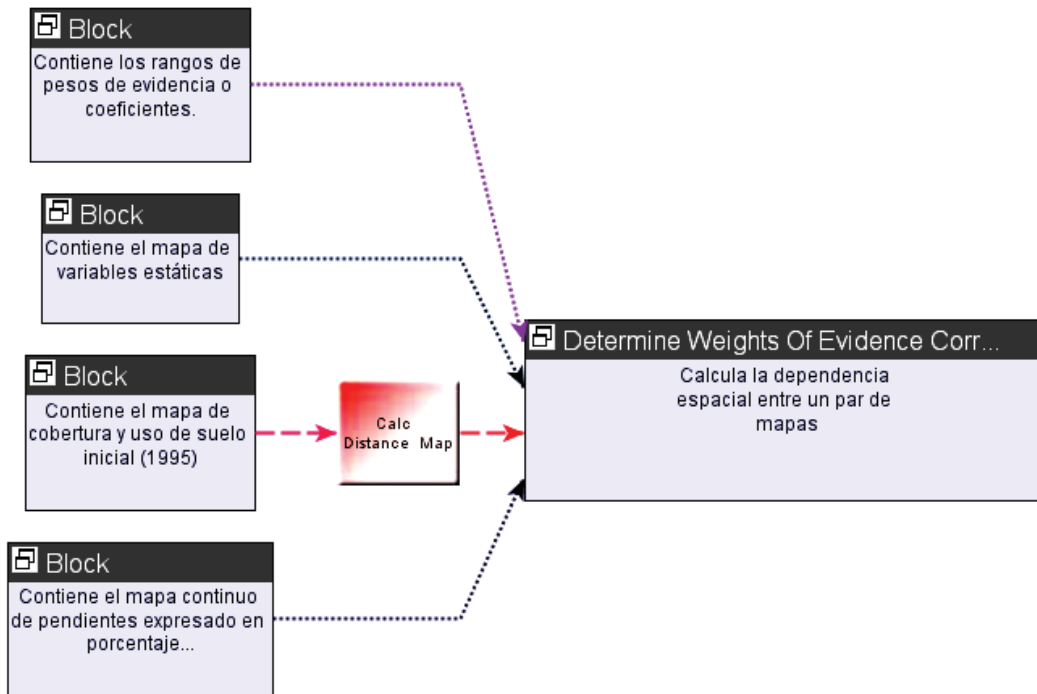


Figura 8: Modelo para el cálculo de correlación de las variables

Aquellos resultados que tuvieron una correlación por encima del límite de tolerancia, fueron excluidos de los resultados del cálculo de pesos de evidencia.

2.3. Modelamiento

2.3.1. Modelo conceptual

El modelo prospectivo de cambio corresponde a una simulación de cambio de cobertura y uso de suelo que funciona como un modelo típico de autómatas celulares, el cual, como ya ha sido mencionado, requiere de al menos 5 componentes básicos (*Teselación homogénea, conjunto finito de estados, vecindad, regla de evolución o transición y un reloj virtual de cómputo*). La forma en la cual se definió cada componente se describe a continuación:

Teselación homogénea: está dada por la conversión de toda la base cartográfica empleada a formato raster, con una misma georeferencia (ver metadatos en el capítulo 1) y con mismo tamaño de píxel (10m x 10m).



Conjunto finito de estados: está definido por las clases de cobertura y uso de suelo, encontradas en el análisis temporal de capas de cobertura del periodo de tiempo 1995-2004 a través del cálculo de la matriz de transición.

Regla de evolución o transición: Para tal efecto son usados:

Una matriz de transición con el propósito de reproducir la transición observada en el periodo de análisis 1995 – 2004, es decir la superficie (numero de pixeles) de $c/$ transición para $c/$ iteración, o sea la cantidad de cambio.

La probabilidad de cambio obtenida a partir del cálculo los pesos de evidencia. Para este fin es empleada una fórmula de conversión de logaritmos de oportunidad (odds) para el cálculo de la probabilidad condicional, expresado por:

$$P_{X,Y}(D/V_1...V_n) = \psi \cdot \frac{O(D).e^{\sum_{n=1}^n W_{X,Y}^+}}{1 + O(D).e^{\sum_{n=1}^n W_{X,Y}^+}} \quad (14)$$

Donde V se refiere a todas las posibles variables seleccionadas para explicar la transición D y ψ corresponde a una constante normalizadora, requerida para asegurar que la probabilidad condicional en todas las células o celdas de coordenadas x,y se sitúen en el intervalo de 0 a 1.

Vecindad: A partir de un estado inicial, se barre una ventana, es decir un número determinado de celdas, donde se calculan las transiciones para el estado (periodo) siguiente. En nuestro caso se emplean dos ventanas según las características de los polígonos de cambio, es decir que los cambios son por expansión de un parche preexistente (función “*expander*”) o creación de un nuevo parche (función “*patcher*”), los cuales se explican con más detalle más adelante.

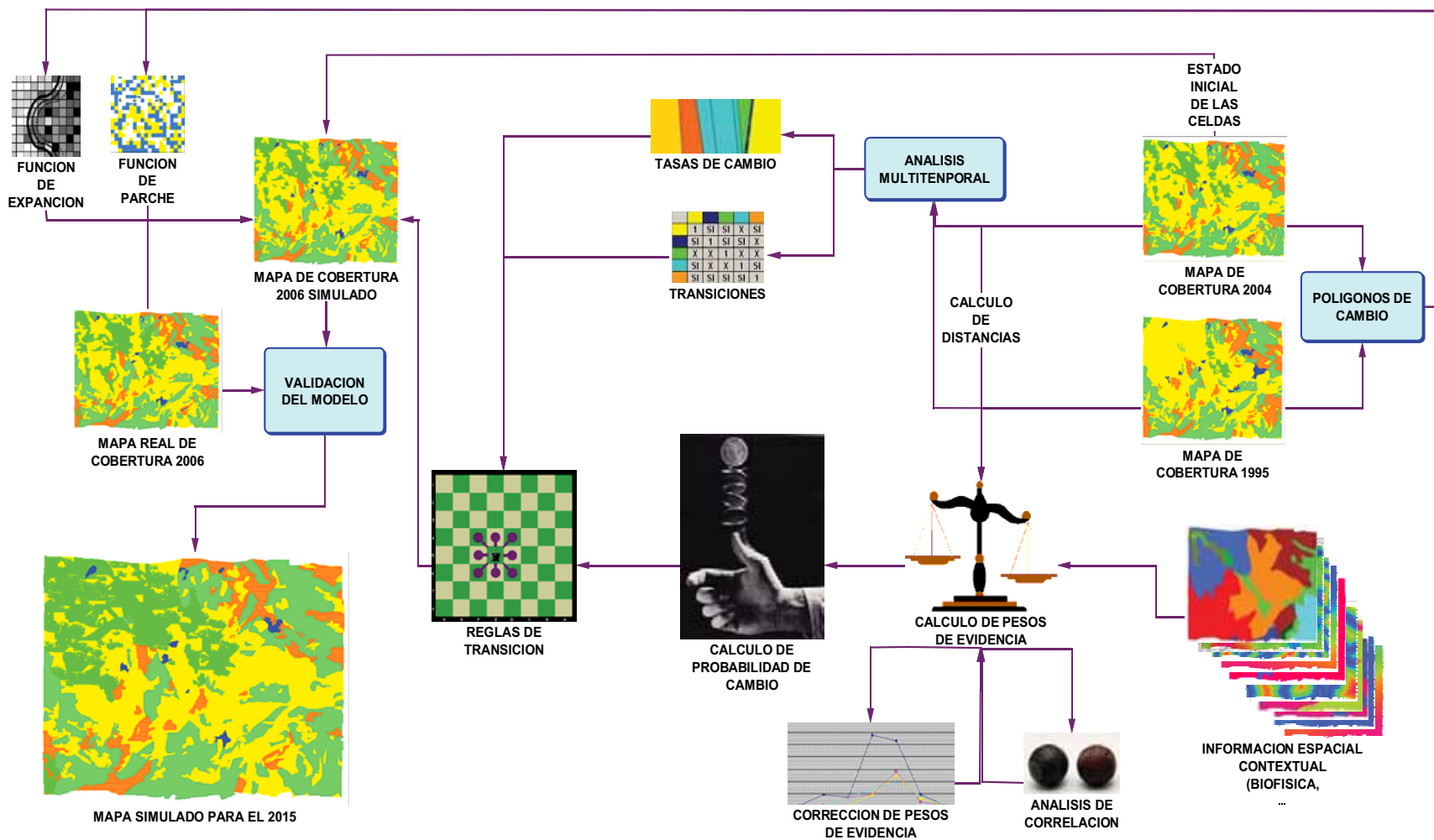


Figura 9: Esquema de modelo conceptual del caso de investigación



Reloj virtual de cómputo: Todos los datos ingresados al modelo deben estar dimensionados para un paso en el tiempo, que en nuestro caso corresponde al de un año, lo que significa, que para tener un modelo proyectivo para el 2015 debemos correr el modelo 11 iteraciones si tenemos como estado y tiempo inicial un mapa de cobertura y uso del suelo del 2004.

El modelo requiere de un proceso de calibración donde los datos son ingresados y ajustados, especialmente aquellos relacionados con los pesos de evidencia y las funciones de expansión y parche; así como un proceso de validación que de un grado de certidumbre a los resultados obtenidos a partir de su comparación con la realidad, como será detallado más adelante:

2.3.2. Análisis de comportamiento de los pesos de evidencia

Los pesos de evidencia resultantes del primer cálculo, ya discriminados por su independencia espacial, fueron analizados y corregidos de acuerdo a su representatividad espacial (número y tamaño de polígonos de cambio) y temporal (factibilidad en el futuro), su vinculación con el tipo de transición (relación con la variable) y la intensidad y comportamiento con la que deberían expresarse, de acuerdo al conocimiento experto de la zona, tratando en lo posible de respetar los pesos de evidencia y las líneas de tendencia iniciales. Es decir que si en los datos de calibración un cambio está representado por un pequeño número de parches, su características pueden estar sesgadas a una situación particular que no necesariamente se podría extrapolar, por lo tanto se adopta un híbrido entre el análisis estadístico, basado en el cálculo de los pesos, y una eventual modificación de los pesos basado en un análisis experto.

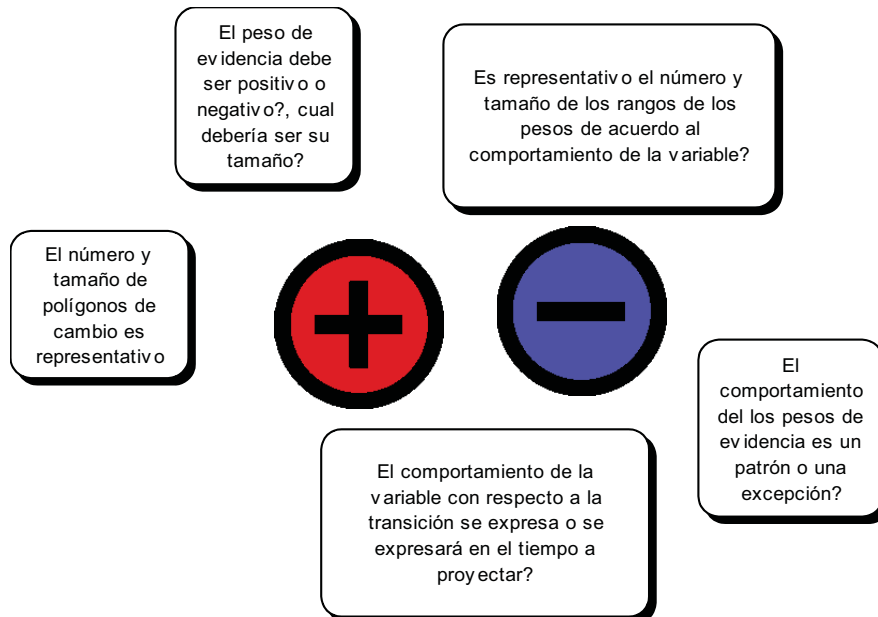


Figura10: Preguntas para el análisis de comportamiento de pesos de evidencia

La corrección de los pesos de evidencia fue realizada manualmente tanto en los gráficos de dispersión, como los archivos de texto vinculados, donde fueron modificados o



eliminados el tamaño del peso (positivo o negativo) y el número de rangos (más o menos rangos), hasta encontrar una representatividad y ajuste en las líneas de tendencia satisfactorios.

2.3.3. Análisis y determinación de los parámetros de Patcher y Expander

Después de la calibración del conjunto de los patrones o variables del modelo de simulación, se inicia la calibración relativa a los parámetros como el número de interacciones, proporción de transiciones por contigüidad (función “*expand*”) y por difusión (función “*patcher*”), tamaño medio y varianza de las manchas a ser generadas por *expand* o *patcher* en cada uno de los tipos de transición.

2.3.3.1. Expander

El *expand* es un algoritmo de DINAMICA-EGO que realiza transiciones de un estado *i* para un estado *j* cuando las vecindades contiguas de celdas tienen estado *j*. La secuencia de sus procedimientos es la siguiente:

- Identificación de celdas fronterizas de clase *j*;
- Cálculo de su probabilidad proporcionalmente al número de vecinos de clase *j* en una ventana de 3 x 3, esto es:

$$P_{final} = \frac{\# \text{ de vecinos de clase } j}{\# \text{ total de vecinos}} * P_{inicial} \quad (15)$$

donde el número de vecinos posibles es igual a 8 (9-1);

- Sorteo de número aleatorio entre 0 y 255. Si el número sorteado fuese menor que la probabilidad de transición de la celda (también en un intervalo de 0-255), la celda es colocada para un segundo sorteo, son seleccionadas celdas en un número diez veces superior al requerido por el modelo markoviano para la transición al estado *j*;
- Nuevo sorteo del número aleatorio entre 0 y 255. Si el número sorteado fuese menor que la probabilidad de transición de la celda (también en el intervalo de 0-255), la celda transicionará el estado *j*, y viceversa.

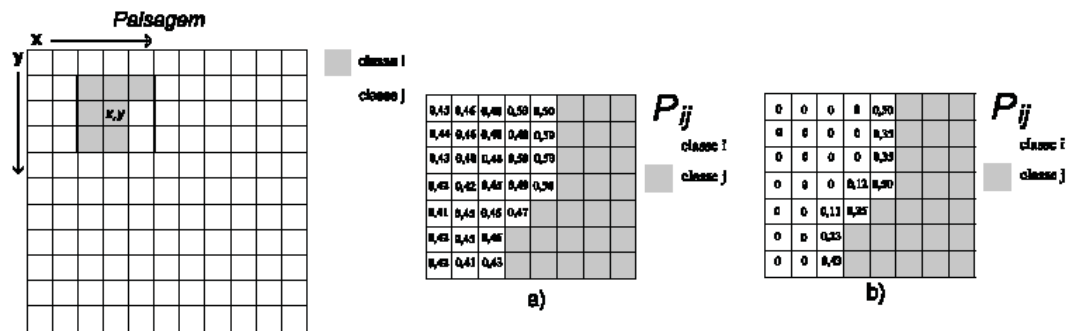


Figura11: Transición de probabilidades después de aplicar la función *expand*, fuente: Soares Filho (2006) “Presentación clase 3”



Los parámetros que se necesitan ingresar para calibrar esta función son: proporción de *expand* (es decir la proporción de parches que crecen por expansión de un parche anterior y no por aparición de uno nuevo), superficie promedio, varianza e isometría. Estos parámetros deben ingresarse para cada transición contemplada en el modelo.

2.3.3.2. Patcher

El *patcher* a su vez es un algoritmo de DINAMICA-EGO que realiza transiciones de un estado *i* para un estado *j* cuando las vecindades contiguas de celdas tienen un lugar diferente de *j*. Opera a partir del sorteo de un número aleatorio entre 0 y 255. Si el número sorteado fuese menor que la probabilidad de transición de la celda (también en un intervalo 0-255), la celda transiciona para el estado *j*, y viceversa.

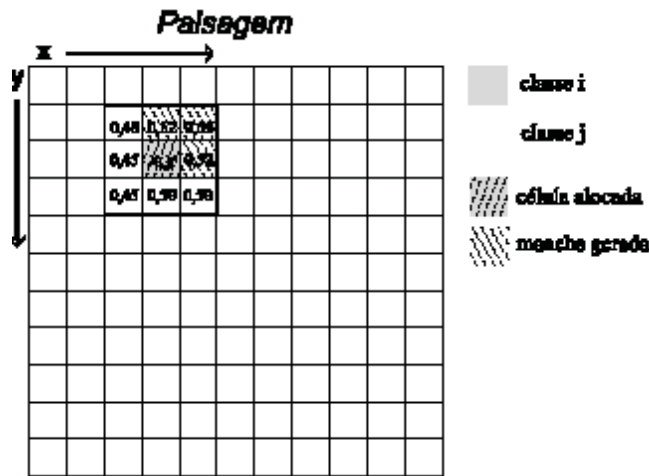


Figura12: Algoritmo *patcher* para escoger una mancha, Fuente: Soares Filho (2006) "Presentación clase 3"

Al igual que para la función *expand* los parámetros que se necesitan ingresar para calibrar esta función son: proporción de *patcher* (es decir la proporción de parches que aumenta por la aparición de un parche nuevo), superficie promedio, varianza e isometría. Estos parámetros deben ingresarse para cada una de las transiciones en el modelo.

2.4. Validación del Modelo

Para la validación espacial del modelo, es necesario comparar el mapa simulado con un mapa real, que en nuestro caso sería la comparación del mapa de cobertura simulado para el 2006 (generado a partir del mapa real de cobertura del 2004), con el mapa de cobertura real del 2006. Con este propósito fueron realizadas dos pruebas estadísticas basadas en pruebas difusas (*fuzzy*).



2.4.1. Prueba de la función de decaimiento exponencial

En esta prueba los mapas simulados heredan los patrones espaciales del mapa inicial de cobertura y uso del suelo (2004), es decir que los mapas posteriores al 2004, mantendrán aquellas coberturas que no han cambiado con el tiempo y por lo tanto puede ocurrir una coincidencia muy importante entre un mapa real y un mapa simulado, debido a las áreas sin cambio y aunque los cambios fueran muy mal predichos.

Con la idea de concentrar la comparación en los cambios y así evitar que se tenga un ajuste alto debido principalmente al “no cambio”, se procedió a quitar la influencia de esta herencia de la prueba, determinando el ajuste espacial entre los mapas de cambios (cruce de 2004 real Vs. 2006 simulado y 2004 real Vs. 2006 real), tomando en cuenta únicamente las áreas de cambio y usando una prueba difusa (fuzzy). En este caso, la prueba emplea una función del decaimiento exponencial determinada por un tamaño de ventana de 51x51 (510 m x 510 m).

Cuando decimos que la similitud entre ambas coberturas (mapa real vs. Mapa simulado) será comparada de manera difusa (fuzzy), nos referimos a que sobre el área de estudio es barrida una ventana (en este caso 510m x 510m), que evalúa la posición espacial del cambio dentro de ella, en función a la distancia del cambio real (mas cerca mas similitud y menos cerca menos similitud); el número es impar por que el modelo requiere un píxel central (de 10 x 10 m), para evaluar los cambios alrededor de este.

Para este fin se emplea un modelo en DINAMICA-EGO, como se muestra en la siguiente figura:

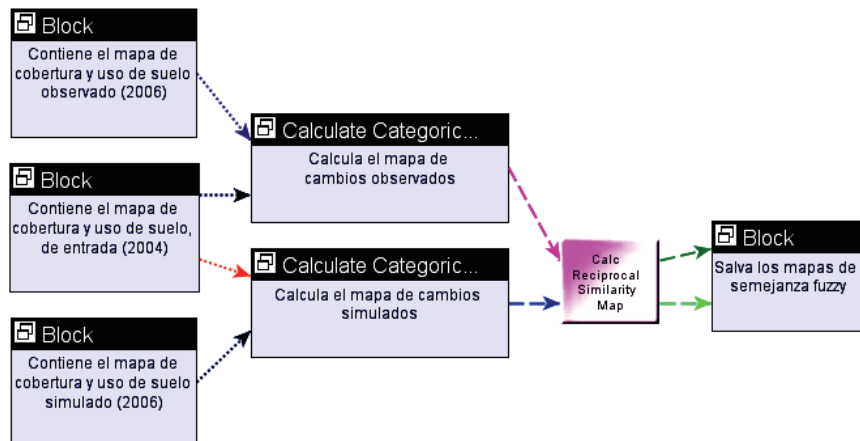


Figura13: Modelo de prueba de la función de decaimiento exponencial

2.4.2. Prueba de la función constante del decaimiento con ventanas múltiples

Esta prueba de validación, funciona de manera similar a la anterior, pero a diferencia de esta genera varios tamaños de ventana en la evaluación, lo cual da un panorama más amplio de la exactitud espacial del cambio en un área determinada (tamaño de ventana). En este caso el modelo elige el resultado de la sobreposición (cobertura real vs. simulada o viceversa) con el menor porcentaje de coincidencia para evitar falsos o resultados sobredimensionados.



Para esta prueba también es empleado un modelo con la ayuda del software DINAMICA-EGO, como se muestra en la siguiente figura:

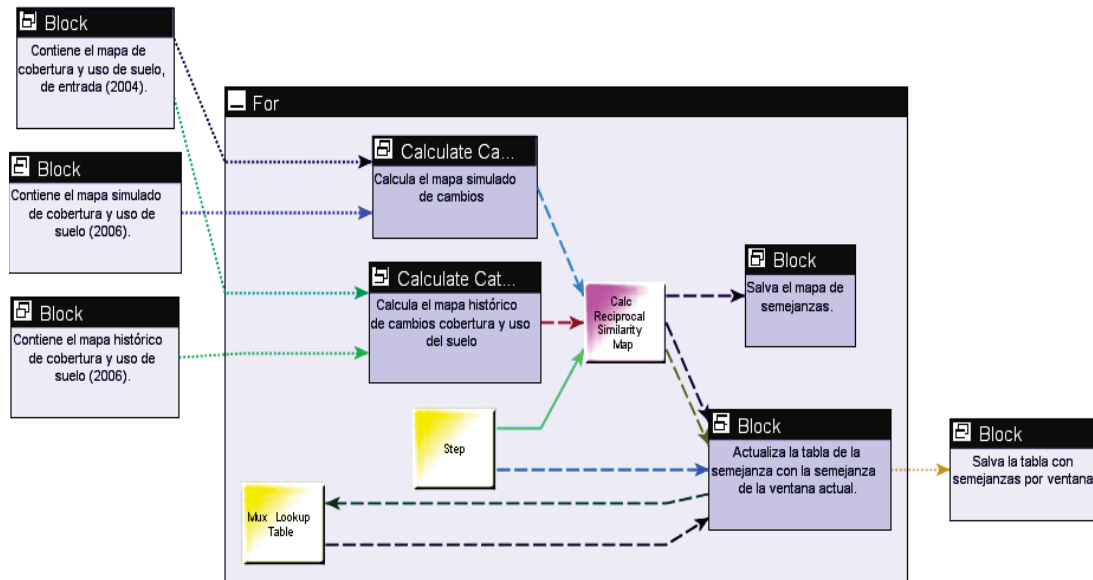
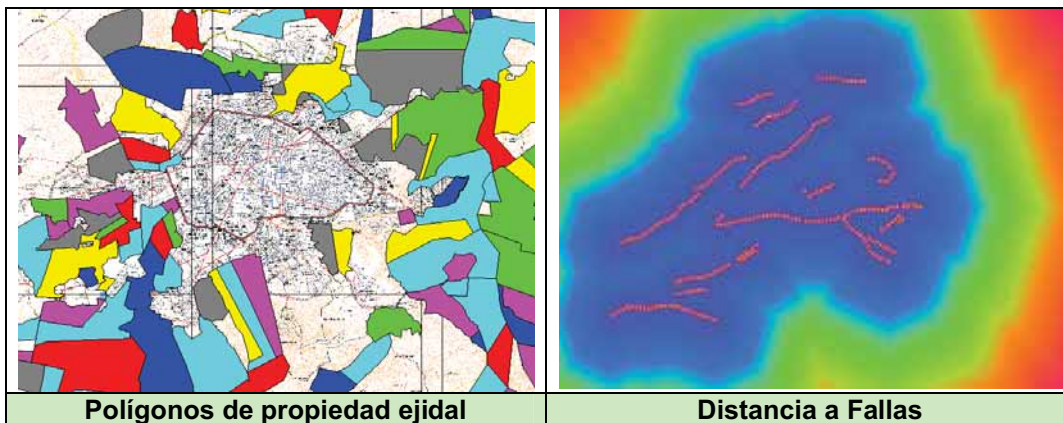


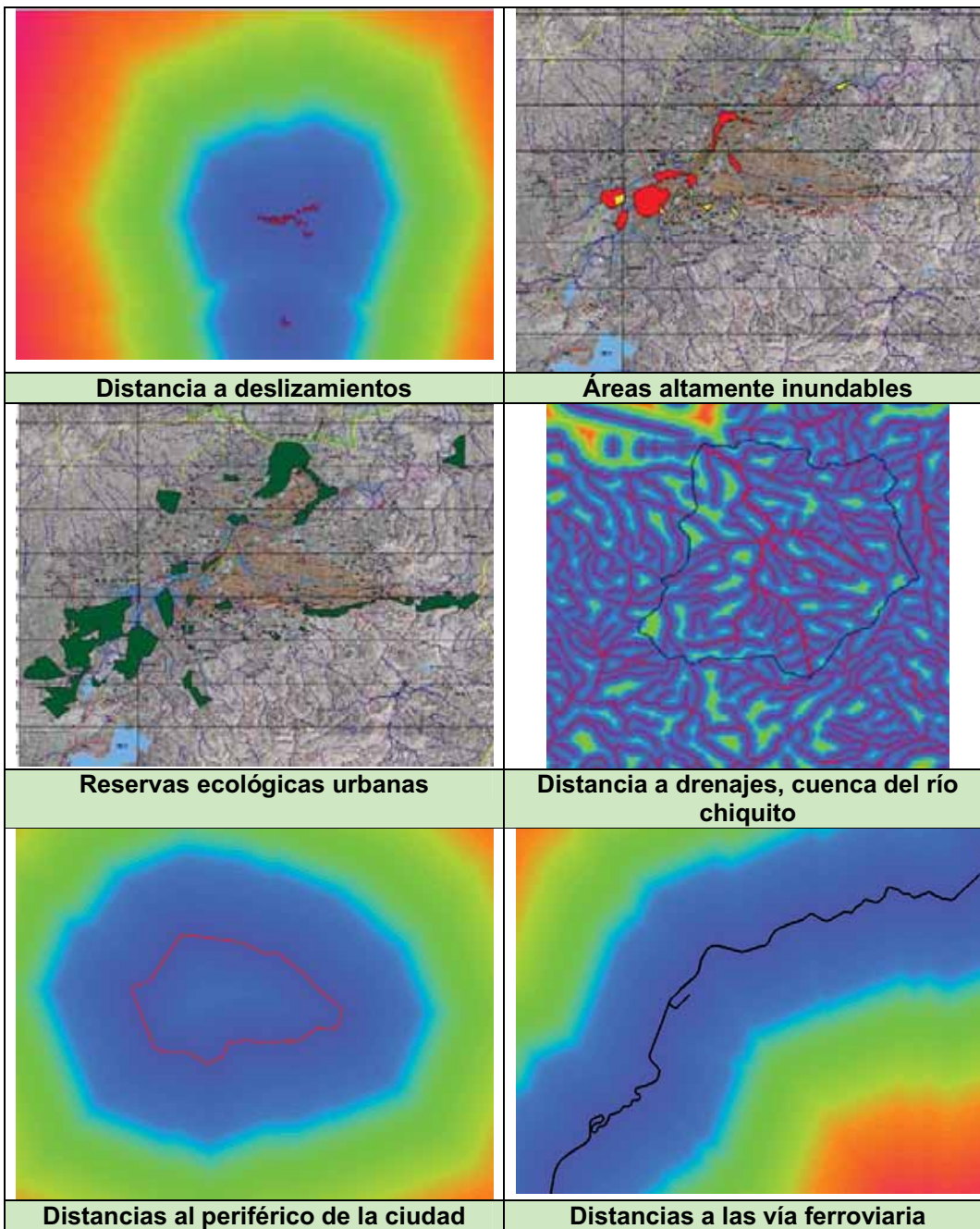
Figura14: Modelo de prueba de la función constante del decaimiento con ventanas múltiples

3. Resultados y discusión

3.1. Variables que controlan los cambios

Fueron quince las variables preliminares recopiladas y consideradas como aquellas que controlan los cambios de cobertura y uso de suelo en toda la área urbana de la ciudad de Morelia: polígonos de propiedad ejidal, distancia a fallas, distancia a deslizamientos, áreas altamente inundables, reservas ecológicas urbanas, distancia a drenajes, distancias al periférico de la ciudad, distancias a la vía ferroviaria, infraestructura importante planificada, índices socioeconómicos, distancia a vías (programadas y actuales), elevación, suelos, densidad habitacional permitida y pendiente en porcentaje.

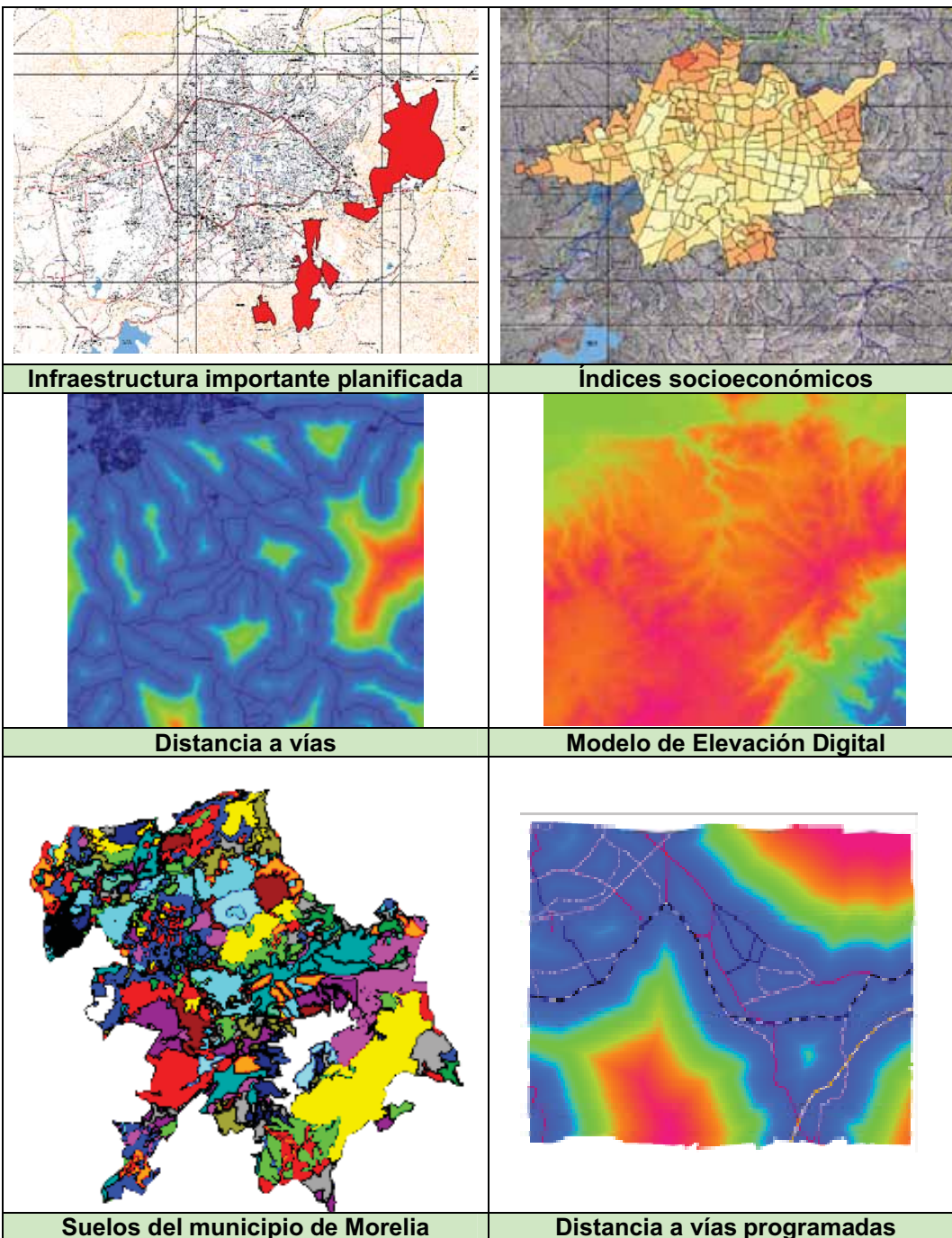






CIGA

Modelo dinámico de cambio de cobertura y uso de suelo en una zona de transición urbano - rural, entre la ciudad de Morelia y el ejido Jesús del Monte



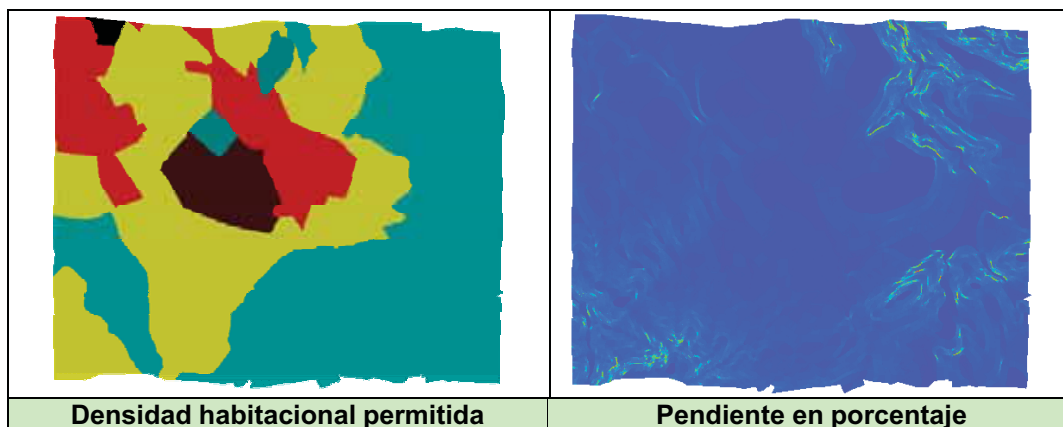


Figura 15: Base de datos preliminar de las posibles variables que influyen en el cambio de cobertura y uso del suelo

Ocho de estas variables fueron digitalizadas de planos del Plan de Desarrollo Urbano (2004) del ayuntamiento de la ciudad de Morelia, consideradas como información oficial de importancia en el proceso de urbanización, proceso dominante en nuestra área.

Las variables consideradas estuvieron limitadas a la información disponible, encontrándose menos disponibilidad de información socioeconómica.

3.2. Cobertura y uso de suelo reclasificados

Las diferentes clases de bosque (bosque de latifoliadas, bosque de coníferas y bosque de coníferas y latifoliadas) fueron agrupadas en una sola clase (“bosque” ó “4”). Si bien las diferentes clases de bosque no son discriminadas, podemos asumir que el comportamiento de estas es similar, ya que en general estas coberturas se encuentran en abandono e influenciadas por el proceso de urbanización.

Las clases de “pastizal” y “agricultura”, se comportan de manera similar y son las más afectadas por el proceso de urbanización, estas se agruparon en la clase “agricultura y pastizal”. La cobertura reclasificada en las nuevas 5 clases para los años 1995 y 2004 se muestran en la siguiente figura:

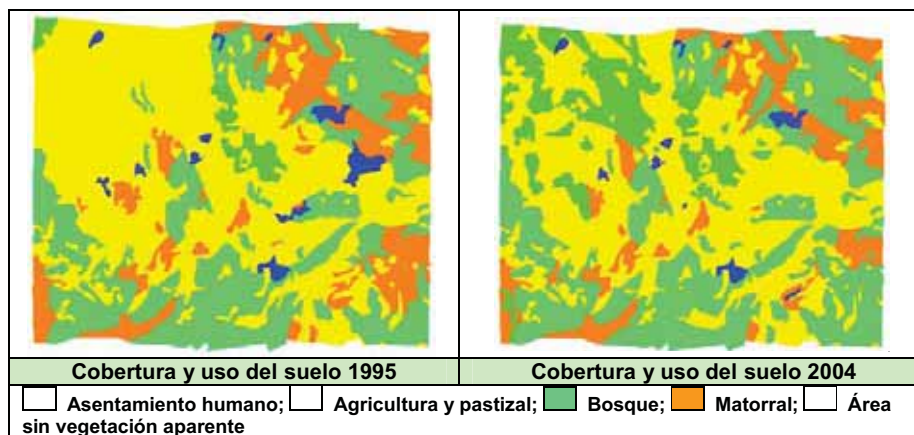


Figura 16: Cobertura y uso de suelo reclasificados del periodo 1995 - 2004



3.3. Calibración del Modelo

3.3.1. Determinación y elección de variables de entrada

La variable “índices socioeconómicos”, derivada del cálculo de diferentes índices a partir de la base de datos socioeconómicos del censo nacional mexicano, no abarca de manera representativa nuestra zona de estudio. Otras variables como distancia a deslizamientos y vía ferroviaria, fueron también descartadas por considerar que su influencia no tiene efecto en nuestra área; finalmente las variables “áreas altamente inundables” y “reservas ecológicas urbanas”, tampoco se encuentran dentro de nuestra área.

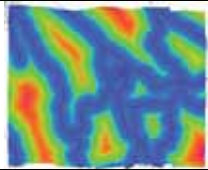
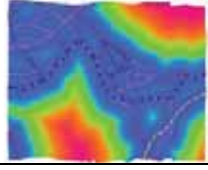

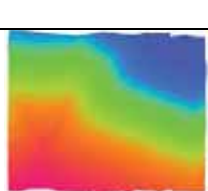
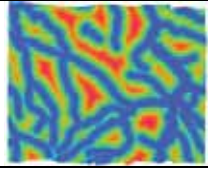


A pesar de que la reserva ecológica de “Lomas de Santa María”, tiene mucha importancia en la problemática actual en la zona, no fue incluida por considerarla como variable discreta ubicada fuera del área de estudio.

Las variables seleccionadas se muestran y describen a continuación:

Tabla 2: Variables seleccionadas para el modelo proyectivo

Variable	Nombre asignado	Tipo	Descripción
	Libra_dist	Continua	Distancia al libramiento , a partir de la digitalización e interpolación de segmentos de la carta de “Vialidades” del Plan de Desarrollo Municipal del ayuntamiento de Morelia-Michoacán ,2004.
	altitude	Continua	Modelo Digital de Elevación , resultado de la interpolación de las curvas de nivel del mapa topográfico de Morelia con curvas de nivel cada 20 metros.
	slope_pb	Continua	Pendientes expresados en porcentaje , calculadas con base en un modelo de elevación obtenido por la interpolación de las curvas de nivel, distribuidas cada 20 metros.
	tenen	Discreta Binaria	Polígonos de propiedad ejidal , extractados de la base de datos para todo el estado de Michoacán y reclasificados en ejidal (valor 1 en azul) y no ejidal (valor 2 en rojo).
	ur_ay	Discreta Categórica	Proyección Urbana al 2015 : Área urbana actual (en azul), Área Urbana proyectada (rojo) y Área no urbanizable (en verde), a partir del corte y digitalización de polígonos de la carta de “Vialidades” del Plan de Desarrollo Municipal del ayuntamiento de Morelia-Michoacán ,2004.



	vias_act_dist	Continua	Distancia a vías actuales , resultado de interpolación de los segmentos obtenidos del mapa topográfico de Morelia.
	vias_p15_dist	Continua	Distancia a vías programadas , resultado del corte, digitalización e interpolación de los segmentos de la carta de "Vialidades" del Plan de Desarrollo Municipal del ayuntamiento de Morelia-Michoacán ,2004.
	infra	Discreta Binaria	Infraestructura programada a construir , obtenido a partir del corte y digitalización de polígonos de la carta de "Colonias" del Plan de Desarrollo Municipal del ayuntamiento de Morelia-Michoacán 2004. Reclasificadas en "por construir" (valor 1 en azul) y "no programada" (valor 2 en rojo). Los polígonos corresponden al los fraccionamientos "Montaña Monarca" (más grande) y "Cerro Verde" (polígono mas pequeño)
	fall_dist	Continua	Distancia a fallas , a partir de la digitalización e interpolación de segmentos de la carta de "Vialidades" del Plan de Desarrollo Municipal del ayuntamiento de Morelia-Michoacán ,2004.
	hidr_dist	Continua	Distancia a ríos , calculado con base en los segmentos de drenajes del mapa topográfico de Morelia.
	suelo	Discreta Categórica	Suelos : obtenido a partir del corte de polígonos del mapa de suelos del municipio de Morelia de la base de datos del Laboratorio de SIG, en el Centro de Investigaciones en Ecosistemas de Morelia- Michoacán.
	densid	Discreta Categórica	Densidad habitacional permitida : corte y digitalización de polígonos de la carta de "uso de suelo urbano" del Plan de Desarrollo Municipal del ayuntamiento de Morelia-Michoacán ,2004.

3.3.2. Matriz de Transición

El modelo de cálculo de matriz de transición generó dos resultados, que se muestran y se detallan a continuación:



Tabla 3: Matriz de probabilidades de transición de paso simple (periodo 1995-2004)

Normalizada (1=100%)	Cobertura 2004					
Cobertura 1995	Agricultura y pastizal	Area sin vegetacion aparente	Asentamiento humano	Bosque	Matorral	
	Agricultura y pastizal	xxx	0,0004	0,1577	0,0000	0,0055
	Area sin vegetacion aparente	0,4038	xxx	0,0426	.....	.....
	Asentamiento humano	.....	.....	xxx	.....	.....
	Bosque	0,0131	.....	0,0009	xxx	0,0036
	Matorral	0,0154	0,0024	0,0351	0,1536	xxx

Tabla 4: Matriz de probabilidades de transición de paso múltiple (paso de un año)

Normalizada (1=100%)	Cobertura "año n + 1"					
Cobertura "año n"	Agricultura y pastizal	Area sin vegetacion aparente	Asentamiento humano	Bosque	Matorral	
	Agricultura y pastizal	xxx	0,0001	0,0189	.....	0,0007
	Area sin vegetacion aparente	0,0627	xxx	0,0010	0,0000212	.....
	Asentamiento humano	.....	.....	xxx	.....	.....
	Bosque	0,0016	.....	.....	xxx	0,0004
	Matorral	0,0018	0,0004	0,0042	0,0190	xxx

Fueron detectadas 12 transiciones:

Tabla 5: Transiciones detectadas y tomadas en cuenta en el modelo proyectivo

Numero	clave	Transición
1	1 a 2	Agricultura y pastizal a área sin vegetación aparente
2	1 a 3	Agricultura y pastizal a asentamiento humano
3	1 a 5	Agricultura y pastizal a matorral
4	2 a 1	Área sin vegetación aparente a agricultura y pastizal
5	2 a 3	Área sin vegetación aparente a asentamiento humano
6	2 a 4	Área sin vegetación aparente a bosque
7	4 a 1	Bosque a agricultura y pastizal
8	4 a 5	Bosque a matorral
9	5 a 1	Matorral a agricultura y pastizal
10	5 a 2	Matorral a área sin vegetación aparente
11	5 a 3	Matorral a asentamiento humano
12	5 a 4	Matorral a bosque



La transición de área sin vegetación aparente a bosque fue considerada a pesar de su pequeña proporción porque estas áreas suelen ser muy pequeñas en relación del resto de las otras coberturas, además debe considerarse que las tasas son pequeñas por la normalización a 1.

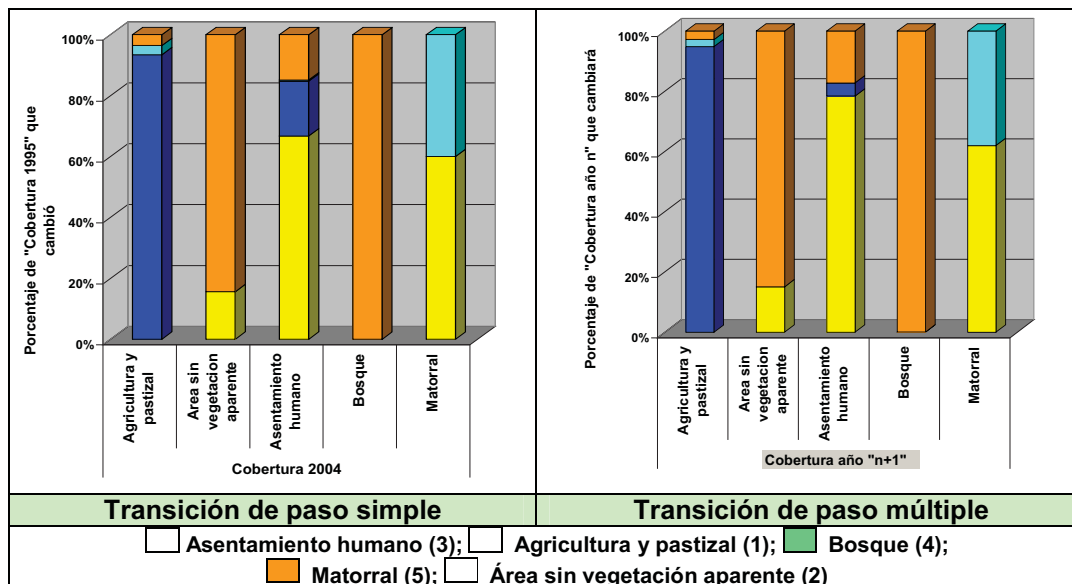


Figura 17: Porcentaje de cambio de coberturas de 1995 - 2004

Parte de las reglas de transición que serán incluidas en el modelo proyectivo más adelante, se ven en la figura 17, donde se observan las posibles coberturas y la proporción a las que puede cambiar una clase en un año (n+1), a partir del mapa de coberturas base (n), que en nuestro caso será el mapa de coberturas del 2004. La proporción para la transición de paso múltiple es diferente a la de transición de paso simple, pues la segunda no es el resultado de la simple división entre el número de años de periodo, sino de un cálculo más complejo basado en matrices ergódicas.

Las tasas de cambio calculadas para la matriz de transición de paso múltiple (paso de un año) serán las usadas para determinar el tamaño del cambio, bajo el supuesto de que forman parte del patrón de cambio proyectado, asumiendo la tendencia del periodo analizado (1995 – 2004), que se expresa en la siguiente figura.

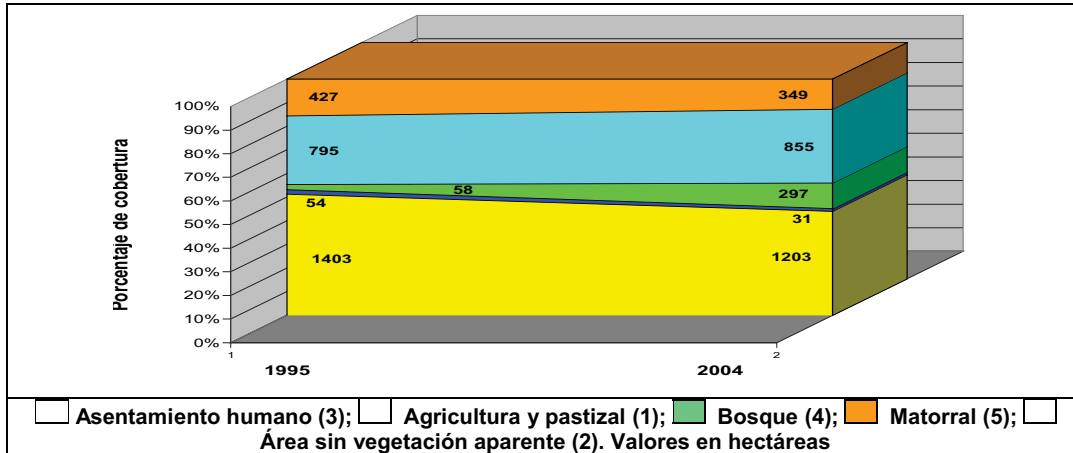


Figura 18: Tendencia de cambio de coberturas para el periodo 1995 – 2004

3.3.3. Rangos de Pesos de Evidencia

El modelo para el cálculo de rangos de pesos de evidencia generó para cada transición los rangos de cada variable continua (variables seleccionadas y distancias a cada cobertura) y asignó un espacio donde colocar los pesos para cada clase de las variables categóricas. Cada valor de rango es un potencial punto de inflexión en el comportamiento de las variables (gráficos de dispersión). Los resultados completos de este cálculo se pueden ver en el Anexo Cap.III-A de este capítulo.

1 a 3 : Transición "Agricultura y pastizal a asentamiento humano"					
distance_to_1	0:100				
distance_to_2	0:100	100:200	200:400	400:500	500:600
	600:700	700:1500	1500:1600	1600:2400	
distance_to_3	0:100	100:200	200:300	300:400	400:500
	500:600	600:1300	1300:1400	1400:1600	1600:1800
	1800:1900	1900:2200	2200:2300	2300:3400	
distance_to_4	0:100	100:200	200:300	300:400	400:1000
	1000:1100	1100:1600			
distance_to_5	0:100	100:400	400:500	500:600	600:700
	700:800	800:2200			
slope_pb	0:5	5:10	10:15	15:20	20:25
	25:30	30:35	35:40	40:45	45:50
	50:55	55:60	60:65	65:70	70:75
	75:80	80:90	90:95	95:275	
altitud	0:2050	2050:2060	2060:2070	2070:2080	2080:2090
	2090:2100	2100:2110	2110:2120	2120:2130	2130:2140
	2140:2150	2150:2160	2160:2170	2170:2180	2180:2190
	2190:2210	2210:2230	2230:2260	2260:2400	2400:2440
densid	1:2	2:5	5:6	6:16	16:34
	34:36	36:37			
fall_dist	0:1100	1100:1200	1200:1400	1400:1600	1600:1800
	1800:2000	2000:2100	2100:2300	2300:2500	2500:2600
	2600:2700	2700:2800	2800:2900	2900:3000	3000:3200
	3200:3300	3300:3500	3500:3600	3600:3800	3800:3900
	3900:4200	4200:5000			
hidr_dist	0:50	50:100	100:150	150:200	200:250
	250:300	300:350	350:400	400:450	450:500
	500:550				
infra	1:2	2:3			



libra_dist	0:1500	1500:1900	1900:2200	2200:2500	500:2800
	2800:3100	3100:3200	3200:3400	3400:3500	3500:3600
	3600:3800	3800:3900	3900:4000	4000:4300	4300:4500
	4500:4600	4600:4900	4900:5200	5200:5500	5500:6200
	6200:7600				
suelo	2:23	23:26	26:84	84:100	100:102
	102:107	107:108	108:111	111:112	
tenen	1:2	2:3			
ur_ay	1:2	2:3	3:4		
vias_act_dist	0:50	50:100	100:150	150:200	200:250
	250:300	300:350	350:400	400:450	450:500
	500:550	550:600	600:650	650:700	700:750
	750:800	800:850	850:1000	1000:1050	
vias_p15_dist	0:50	50:100	100:150	150:200	200:250
	250:300	300:350	350:400	400:450	450:500
	500:600	600:650	650:750	750:850	850:950
	950:1050	1050:1200	1200:1400	1400:1950	950:2050

Figura 19: Ejemplo de rangos de pesos de evidencia para la transición 1 a 3

3.3.4. Pesos de evidencia

Así como para los ejemplos de la figura 20, el modelo calculó los pesos de evidencia para cada rango correspondiente a una variable y a una transición, los resultados se muestran en el Anexo Cap. III-A.

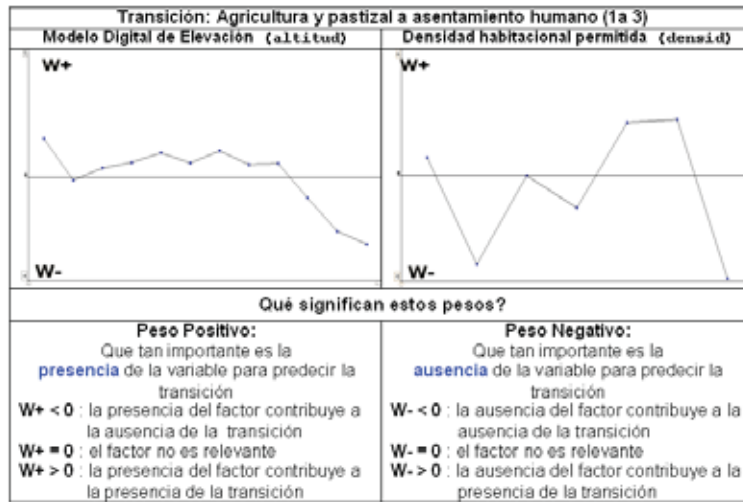


Figura 20: Ejemplo de pesos de evidencia para la transición 1 a 3

En el ejemplo (figura 20), podemos observar que la elevación en principio tiene influencia positiva fuerte en la transición de agricultura y pastizal a asentamiento humano, luego de aumentar ligeramente esta influencia baja a un valor de cero, lo que significa que su presencia no tiene ningún efecto en la transición; después esta aumenta nuevamente hasta una elevación más grande donde comienza a reducir su efecto positivo hasta hacerse negativo para la transición. Con respecto a la variable “densidad habitacional permitida”, esta presenta puntos de inflexión bastante marcados, debido a que se trata de una variable categórica con siete diferentes clases (igual al número de inflexiones), por lo tanto a cada clase el modelo asigna un peso de evidencia, algunos con influencia positiva (W+), negativa (W-) o sin ningún efecto (W=0).



De la misma forma se generaron pesos de evidencia para 187 líneas de tendencia, resultado de la interacción de las 11 transiciones con las 17 variables (continuas y discretas). Estos pesos, producto de un cálculo automatizado, presentan sesgos producidos por la posible correlación entre variables, la representatividad del número y tamaño de los polígonos y las características propias de las variables con respecto a su influencia en una transición, que como en el caso de densidad habitacional permitida, tiene un efecto en años posteriores que no es cabalmente representado por estos pesos de evidencia; por estas razones los pesos fueron sometidos a una serie de análisis y correcciones que se explican más adelante.

3.3.5. Análisis de correlación de las variables

Se analizó la correlación para cada posible combinación de par de variables (287 combinaciones, ver Anexo Cap.III-B) y de acuerdo al límite de tolerancia adoptado (0,45 y 0,35 para el índice de Cramer y el "Joint Information Uncertainty" respectivamente) se detectó correlación entre las variables "infraestructura programada" y "tenencia de la tierra"; "infraestructura programada" y "proyección urbana 2015" y "tenencia de la tierra" y "proyección urbana 2015), es decir existe correlación entre estas tres variables. Esto podría explicarse por el proceso de especulación y compra de tierras ejidales favorecido por el plan de desarrollo urbano del municipio de Morelia en beneficio de los fraccionamientos "Montaña Monarca" y "Cerro verde".

Infraestructura programada		Tenencia de la tierra		Proyección urbana 2015 (ayuntamiento)	
Infra – tenen		Infra – ur_ay		tenen – ur_ay	
Cramer	"Joint Information Uncertainty"	Cramer	"Joint Information Uncertainty"	Cramer	"Joint Information Uncertainty"
0,78	0,063	0,76	0,21	0,67	0,17

Figura 21: Correlación detectada entre pesos de evidencia

Las variables en las que se detectaron correlación, fueron discriminadas del grupo de pesos de evidencia de forma que para cada transición solo se tomara en cuenta la influencia de una de ellas, evitando de esta manera sobredimensionar o duplicar la influencia no justificada de estas variables en los cambios. El resto de las variables estuvieron por debajo del límite de tolerancia, lo que garantiza su independencia espacial en el modelo (ver anexos de este capítulo).

3.4. Modelización

En esta etapa se cuenta con todos los componentes que el modelo proyectivo necesita, algunos de los cuales todavía necesitan ser calibrados, como es el caso de los pesos de evidencia y los parámetros de expresión espacial patcher y expander.



3.4.1. Pesos de Evidencia

En nuestro caso al tratarse de un área pequeña (2736 ha), los pesos de evidencia son susceptibles a ser poco representativos, producto del pequeño número de polígonos de cambio, el tipo de variables y al propio dinamismo de una zona de transición rural urbano. Debido a esto cada una de los pesos de evidencia (187 líneas de tendencia) fueron sometidos a un análisis (ver metodología), que derivó en su permanencia, modificación leve, modificación fuerte o en su eliminación o descarte, como se ejemplifica a continuación:

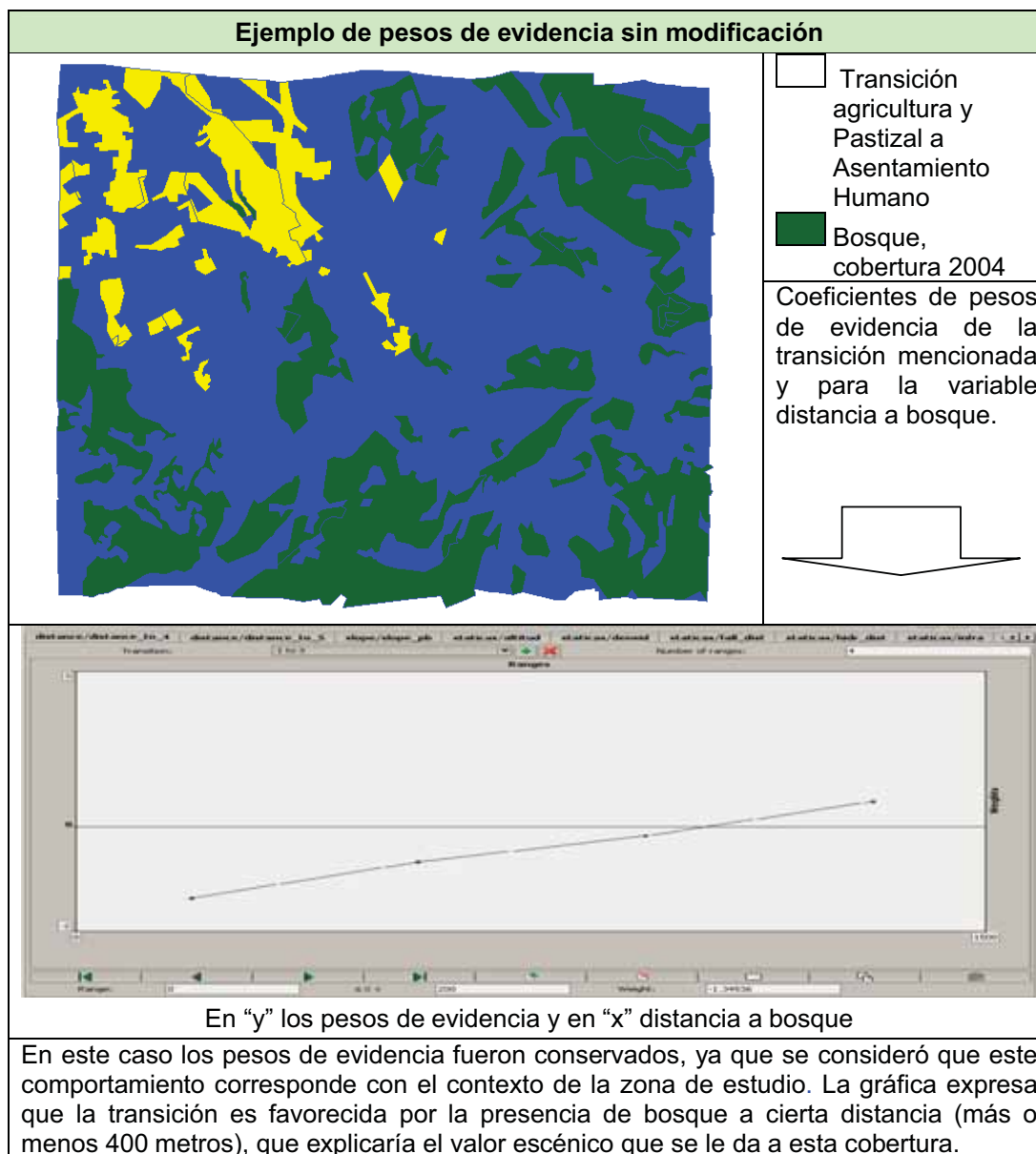


Figura 22: Ejemplo de pesos de evidencia sin modificación

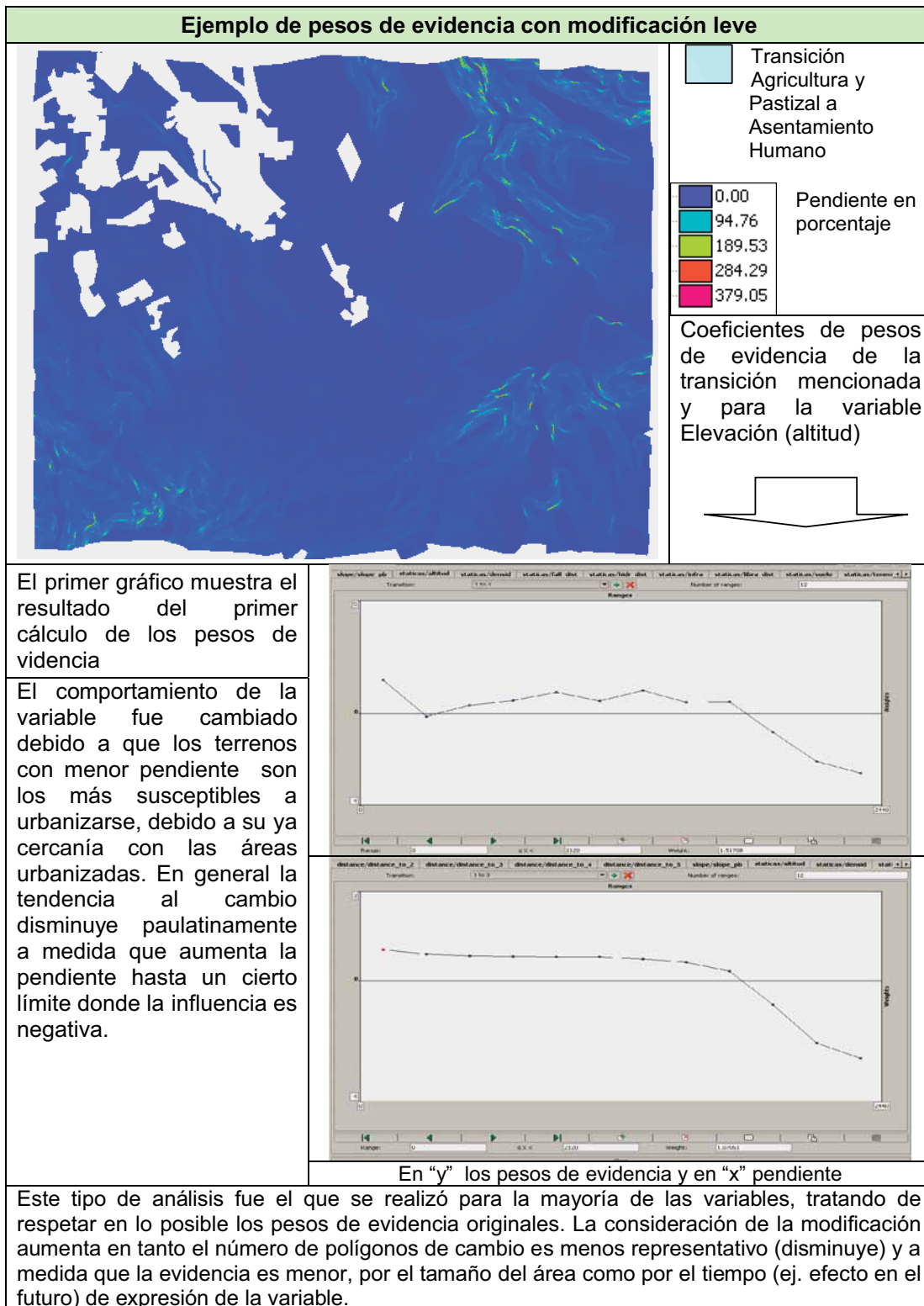


Figura 23: Ejemplo de pesos de evidencia con modificación leve

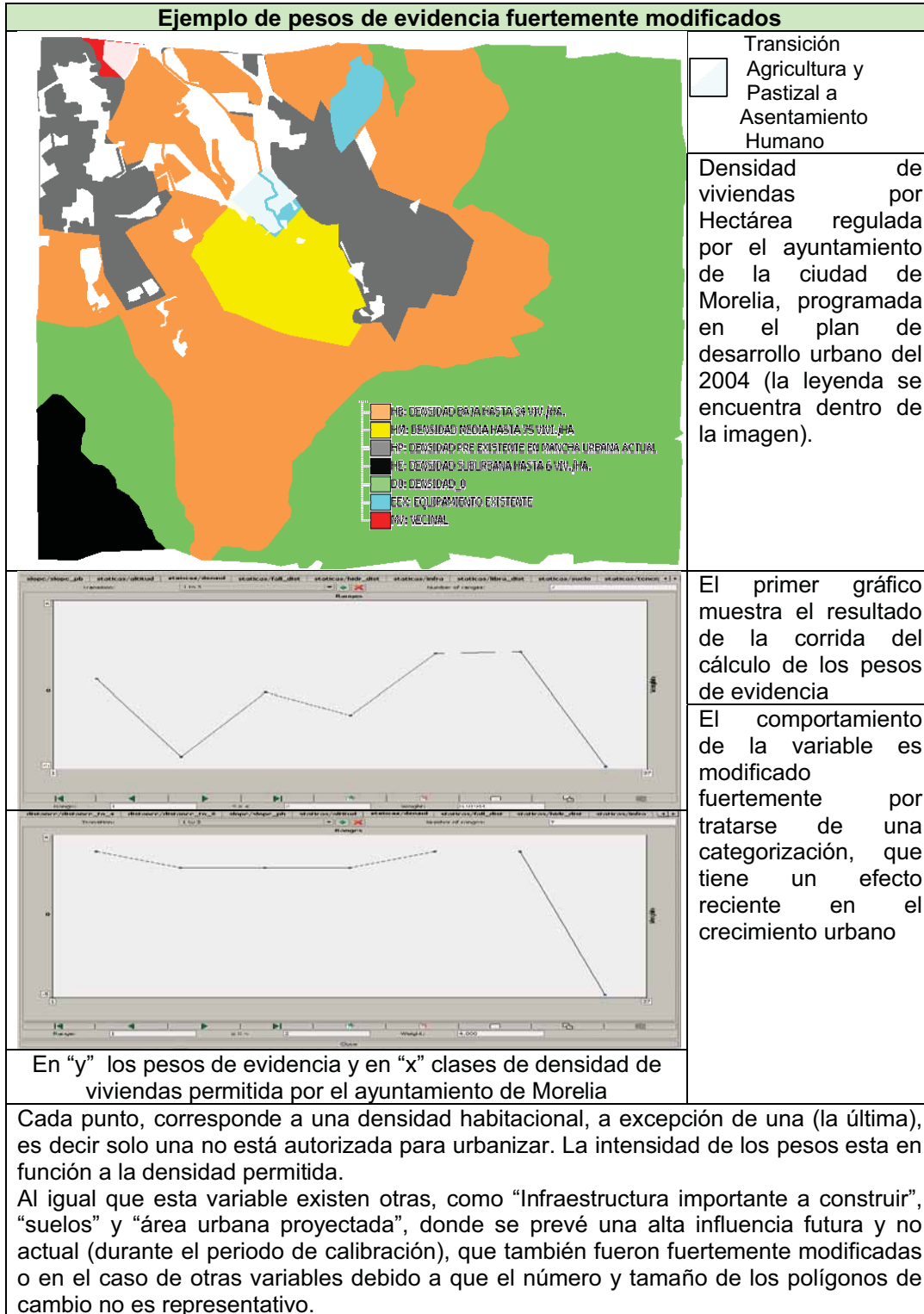


Figura 24: Ejemplo de pesos de evidencia fuertemente modificados

Ejemplo de pesos de evidencia descartados		
		<p>Coefficientes de pesos de evidencia de la transición "Agricultura y pastizal a asentamiento humano" para la variable distancia a agricultura</p>
<p>En "y" los pesos de evidencia y en "x" a "agricultura y pastizal"</p>		
<p>Como se trata de la influencia de la distancia de "agricultura y pastizal" sobre los mismos polígonos, es decir hacia así misma, entonces, como se muestra en la gráfica, se tiene un efecto nulo o peso de evidencia de cero. Este podría ser conservado en el modelo, en nuestro caso, ejemplos como este fueron eliminados.</p>		
		<p>Coefficientes de pesos de evidencia de la transición "Agricultura y pastizal a área sin vegetación aparente" para la variable distancia a libramiento</p>
<p>En "y" los pesos de evidencia y en "x" distancia a libramiento</p>		
<p>En este caso los polígonos de transición son muy pequeños y muy pocos (2), es decir tiene un efecto despreciable en la transición (no es un patrón), además de que la cercanía o alejamiento del libramiento no influye en la transición de agricultura hacia área sin vegetación aparente (efecto conceptual nulo).</p>		
		<p>Coefficientes de pesos de evidencia de la transición "Agricultura y pastizal a Matorral" para la variable densidad habitacional</p>
<p>En "y" los pesos de evidencia y en "x" distancia a Matorral</p>		
<p>En este caso el criterio para descartar estos pesos de evidencia se deben a que la densidad habitacional permitida por el ayuntamiento no influye en la transición "agricultura y pastizal" hacia "matorral", o sea que tiene un efecto conceptual nulo, por otro lado los pesos generados en el cálculo son despreciables.</p>		
<p>Como en los ejemplos, los criterios para eliminar pesos de evidencia fueron básicamente por correlación alta entre variables, efecto nulo, efecto despreciable, o efecto conceptual también nulo.</p>		

Figura 25: Ejemplo de pesos de evidencia descartados



El análisis de los pesos de evidencia, resultó en la eliminación de 94 líneas de tendencia, la modificación leve o fuerte de 76 líneas y 17 se mantuvieron sin modificar, es decir que ingresaron 93 líneas de tendencia con sus respectivos pesos de evidencia al modelo proyectivo.

Los coeficientes de pesos de evidencia corregidos pueden observarse en el Anexo Cap.III-C de este capítulo, a continuación se muestra el resumen de los resultados de la corrección de los pesos.

Tabla 6: Resumen de corrección de pesos de evidencia

Nº	Variable	Transiciones										
		Agricultura u pastizal a áreas sin vegetación aparente	Agricultura u pastizal a Asentamiento humano	Agricultura y pastizal a matorral	Área sin vegetación aparente a agricultura y pastizal	Área sin vegetación aparente a asentamiento humano	Bosque a agricultura y pastizal	Bosque a matorral	Matorral a agricultura y pastizal	Matorral a área sin vegetación aparente	Matorral a asentamiento humano	Matorral a bosque
1	Distancia a agricultura y pastizal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Distancia a área sin vegetación aparente	✕	X	✕	X	X	X	X	X	X	✕	✕
3	Distancia a asentamiento humano	✕	✕	✕	✕	✓	X	X	✕	X	✕	✕
4	Distancia a bosque	✕	✓	✕	X	✕	X	X	X	X	✕	X
5	Distancia a matorral	✕	✕	✕	X	✕	X	X	X	X	X	X
6	Pendiente	X	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕
7	Elevación (altitud)	✕	✕	✕	X	✕	✕	✕	✕	X	✕	✕
8	Densidad de unidades habitacionales permitida	X	✕	X	X	✕	X	X	X	X	✕	X
9	Distancia a fallas	X	✕	X	X	✕	X	X	X	X	✕	X
10	Distancia a ríos	✕	✕	✕	✓	✕	✕	X	✕	X	✕	✕
11	Infraestructura a construir (programada)	✕	✕	X	X	✕	X	X	X	X	✓	X
12	Distancia al libramiento	X	✕	✓	✕	✕	X	X	X	X	✕	X
13	Suelo	X	✓	✕	✕	✓	✕	X	✕	X	✓	✓
14	Tenencia de la tierra	X	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	X	✕	✓
15	Proyección urbana al 2015	X	X	X	X	✕	X	X	X	X	X	X
16	Distancia a vías actuales (2004)	✕	✕	✕	X	✕	✕	✕	X	✕	✕	✕
17	Distancia a vías programadas (2015)	✕	✕	✕	✓	✕	✕	✕	X	✓	✕	✕

Nota: ✓: Pesos de evidencia sin modificación; ✕: Pesos de evidencia descartados; ✕: Pesos de evidencia modificados.



Con los pesos de evidencia corregidos, el modelo ya puede calcular la “**Probabilidad condicional**” de cada transición, es decir la probabilidad de ocurrencia de las transiciones en presencia o bajo la influencia simultanea de las variables que expresan los cambios.

La expresión espacial de la probabilidad de ocurrencia de cada transición se muestra en la figura 26, en tonalidades de rojo a azul que van de mayor a menor probabilidad respectivamente. Esta información, junto a las posibles transiciones y sus respectivas tasas de cambio definen las reglas de transición de nuestro modelo proyectivo basado en autómatas celulares.

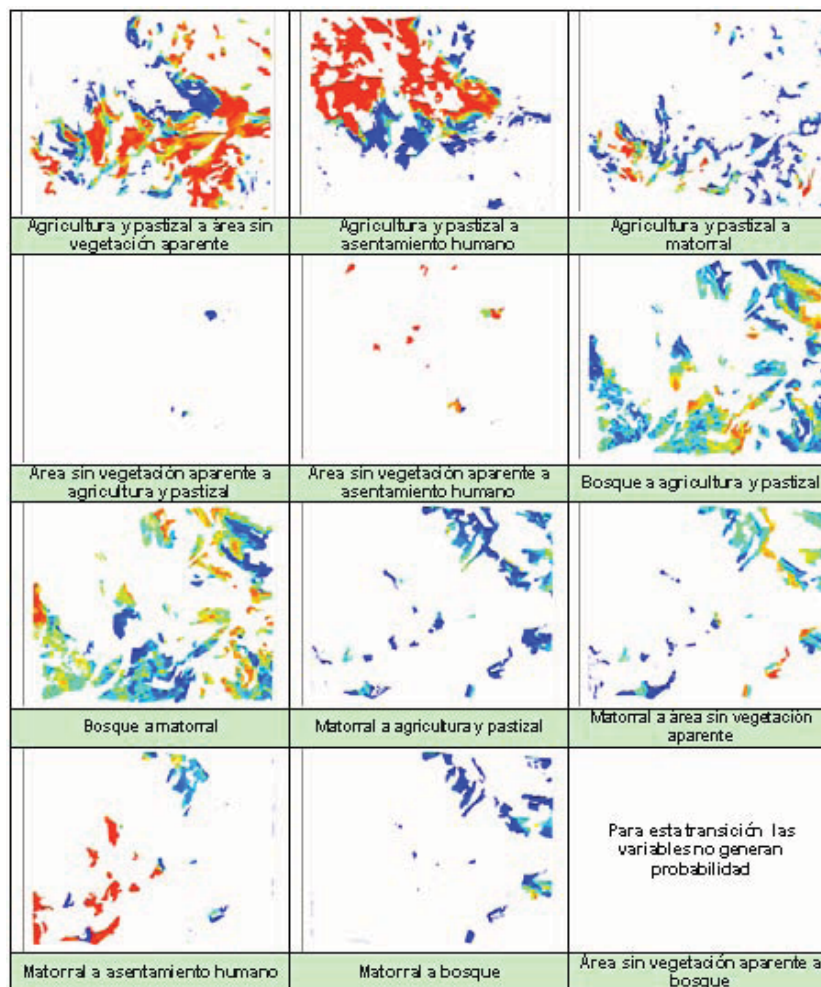


Figura 26: expresión espacial de probabilidad para cada transición
Nota: de mayor a menor probabilidad de rojo a azul respectivamente



Es notable que existan probabilidades más altas para las transiciones hacia la cobertura de asentamiento humano, debido al proceso dominante de urbanización y probabilidades bajas a medias para el resto de las transiciones lo que indica una tendencia general a la permanencia o cambio gradual del resto de las coberturas.

3.4.2. Parámetros de Fragmentación y Expansión

Definido el estado inicial de nuestro modelo (mapa de cobertura del 2004), las variables que expresan los cambios (continuas y categóricas), las reglas de transición (transiciones, tasas y probabilidad de transición), toca ahora definir la forma y proporción de las transiciones de acuerdo a si estos se expresan por expansión (función expander) o por fragmentación, es decir creación de nuevos parches (función patcher).

Para eso se desplegó el mapa de polígonos de cambio del periodo 1995 – 2004 y se diferenció de manera visual y por clase, cuales polígonos cambiaron por expansión y cuales por fragmentación, y se estimó el área que tenía cada uno. Estas áreas fueron sumadas y se calculó el porcentaje de fragmentación o expansión para cada clase de cobertura y uso de suelo. Finalmente se normalizaron los resultados a “1” para ingresarlos al modelo:

El resultado de la proporción entre polígonos de fragmentación y expansión fue el siguiente:

Expansión	Agricultura y pastizal	Área sin vegetación aparente	Asentamiento humano	Bosque	Matorral
	Agricultura y pastizal	xxx	0,882	0,7949	...	1
Área sin vegetación aparente	0,379	xxx	0,4742	...	...
Asentamiento humano	...	...	xxx	...	...
Bosque	0,962	...	0,8488	xxx	1
Matorral	0,691	1	1	0,997	xxx
Fragmentación					
Agricultura y pastizal	xxx	0,118	0,2051	...	0
Área sin vegetación aparente	0,621	xxx	0,5258	...	...
Asentamiento humano	0,038	...	xxx	...	...
Bosque	0,038	...	0,1512	xxx	0
Matorral	0,309	0	0	0,003	xxx

Figura 27: tablas de proporción de polígonos que se expresan por fragmentación o expansión



3.4.2.1. Fragmentación

Además de la proporción, se requieren introducir otros tres parámetros para el cálculo de esta función: **tamaño promedio en hectáreas; varianza e isometría**. Estos datos se calcularon con ayuda de Excel, usando los polígonos que fueron empleados en el cálculo anterior:

Los resultados se muestran en la siguiente figura:

Tamaño	Agricultura y pastizal	Área sin vegetación aparente	Asentamiento humano	Bosque	Matorral
Agricultura y pastizal	xxx	0,297	2,59	...	...
Área sin vegetación aparente	10,825	xxx	1,266	...	...
Asentamiento humano	...	...	xxx	...	...
Bosque	0,484	...	0,759	xxx	...
Matorral	1,278	...	...	2,236	xxx
Varianza					
Agricultura y pastizal	xxx	0,034	3	...	...
Área sin vegetación aparente	69,361	xxx	0,959	...	...
Asentamiento humano	...	...	xxx	...	...
Bosque	2	...	20	xxx	5,76
Matorral	0,158	...	...	0,94	xxx
Isometría					
Agricultura y pastizal	xxx	1,5	3,2	...	1,5
Área sin vegetación aparente	1,5	xxx	3,2	...	...
Asentamiento humano	...	...	xxx	...	...
Bosque	1,5	...	3,2	xxx	1,5
Matorral	1,5	1,5	3,2	1,5	xxx

Figura 28: Tablas con los parámetros para la función patcher

3.4.2.2. Expansión

Al igual que la función patcher, la función expander requiere del ingreso de los mismos datos (**promedio en hectáreas; varianza y isometría**). Se muestra a continuación los parámetros resultantes para esta función:



Tamaño	Agricultura y pastizal	Área sin vegetación aparente	Asentamiento humano	Bosque	Matorral
Agricultura y pastizal	xxx	0,058	28,485	...	1,341
Área sin vegetación aparente	0,85	xxx	7,6	...	...
Asentamiento humano	...	...	xxx	...	...
Bosque	2,04	...	20	xxx	5,76
Matorral	1,629	1,038	30	347,608	xxx
Varianza					
Agricultura y pastizal	xxx	2	136,541	...	0,682
Área sin vegetación aparente	2	xxx	12,5	...	...
Asentamiento humano	...	...	xxx	...	...
Bosque	0,425	...	34	xxx	0
Matorral	0,394	0	21,2	0	xxx
Isometría					
Agricultura y pastizal	xxx	1,5	3,2	...	1,5
Área sin vegetación aparente	1,5	xxx	3,2	...	...
Asentamiento humano	...	...	xxx	...	...
Bosque	1,5	...	3,2	xxx	1,5
Matorral	1,5	1,5	3,2	1,5	xxx

Figura 29: tablas con los parámetros para la función expandir

Algunos de estos datos fueron, en especial el de isometría, corregidos visualmente hasta encontrar una buena expresión de los cambios, por ejemplo, es necesario elevar la isometría para la cobertura de asentamiento humano para que esta sea más geométrica y menos difusa. Por otro lado también fueron parametrizados la forma de expresión de la transición bosque a asentamiento humano, porque luego esta será considerada en otro posible escenario.

3.5. Validación de modelo

Debido a la aleatoriedad de la lógica algorítmica de DINAMICA-EGO, el modelo genera diferentes resultados bajo la misma influencia de las variables y patrones de entrada y por otro lado, necesitamos contar con un grado de certidumbre que nos indique que tanto se parece nuestro modelo a la realidad, el modelo fue corrido tres veces para el 2006, después los resultados fueron comparados y evaluados con el mapa real de cobertura y uso de suelo de la misma fecha.

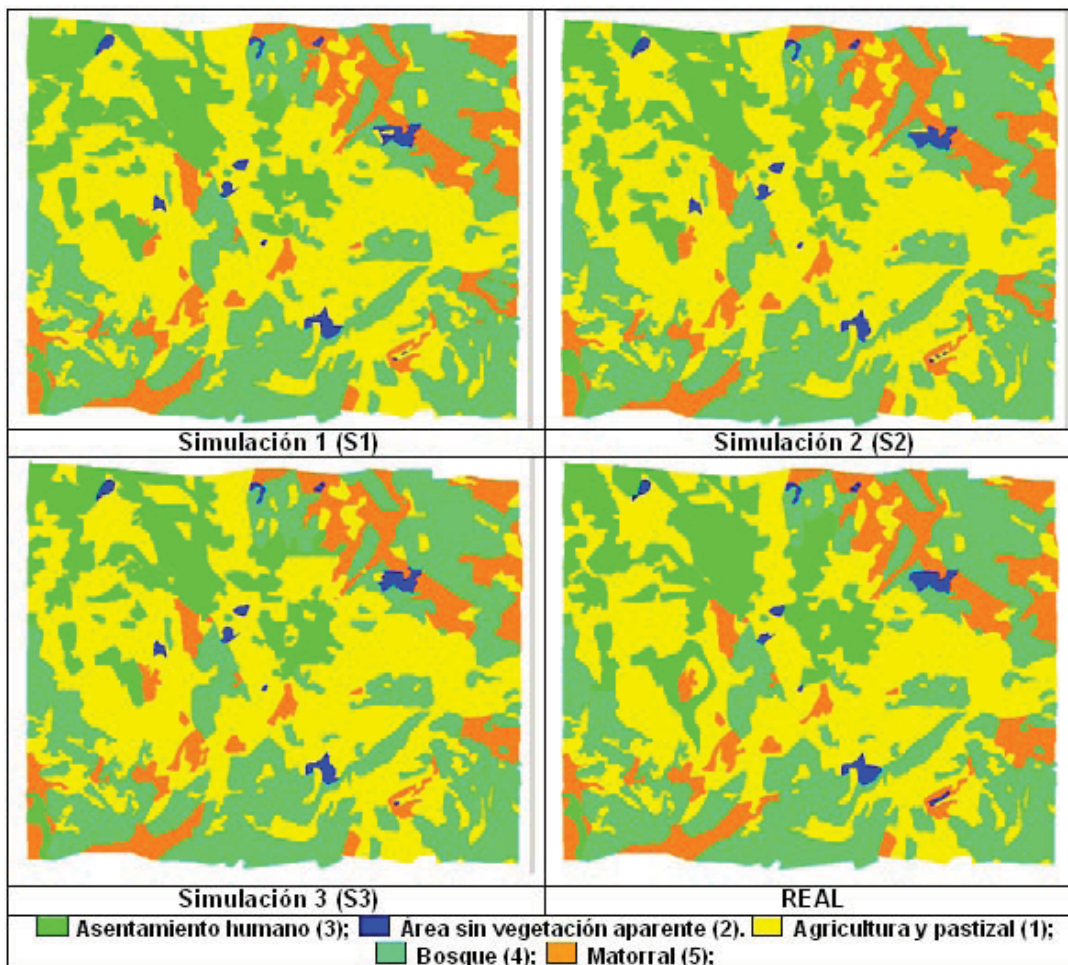


Figura 29: Modelos simulados para el 2006 S1, S2 y S3, junto al mapa de cobertura vegetal y uso del suelo real del mismo año

Comparando visualmente estos tres modelos con el mapa de cobertura real del 2006, se observa que las tasas de cambio del periodo 1995-2004, son inferiores a las del periodo 2004-2006, con respecto a las transiciones hacia asentamiento humano.

Al parecer la tendencia de los cambios parece estar acorde con la realidad, pero para evitar subjetividad en la comparación y para elegir la mejor simulación los resultados se sometieron a validación para elegir cual de ellos se parece más al mapa de cobertura real del 2006.



3.5.1. Prueba de la función de decaimiento exponencial

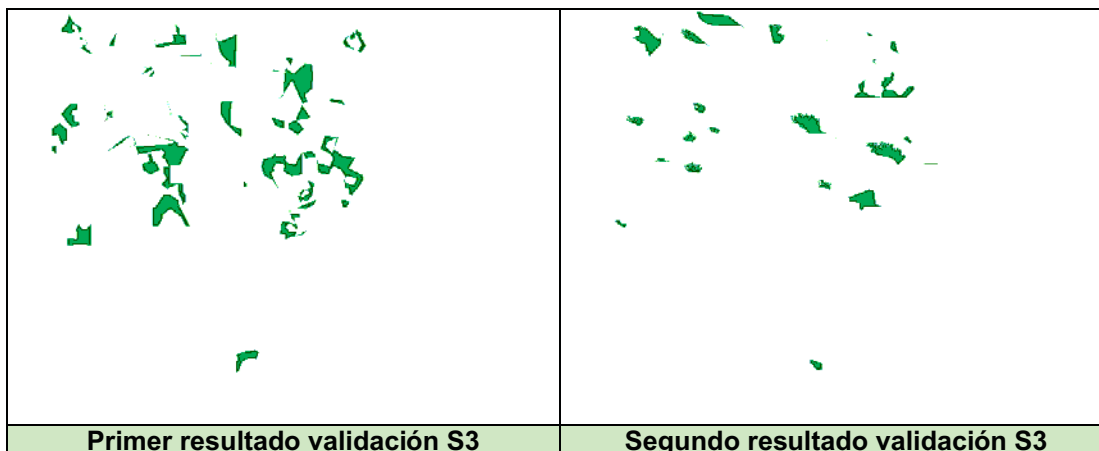


Figura 30: Ejemplo de la diferencia en la sobreposición para la comparación de la cobertura 2006 vs. S3, para un tamaño de ventana de 51 píxeles

En esta prueba las áreas de cambio de las combinaciones cobertura 2004 vs. Cobertura real 2006 y cobertura 2004 vs. Cobertura simulada 2006 (S), fueron sobrepuestas para extraer las áreas de cambio en común. Como el orden de sobreposición genera diferentes áreas, el modelo para esta prueba genera dos resultados diferentes, pero de igual importancia.

Tabla 7: Primeros y segundos resultados de comparación, Cobertura 2006 vs. S1, S2, S3, para una ventana de 51 píxeles (510 * 510 m)

Primer resultado validación	Segundo resultado validación
S1	S1
0.72	0.63
S2	S2
0.67	0.67
S3	S3
0.73	0.69

El resultado nos indica que la simulación más cercana a la realidad es la S3, con un máximo de 73 % de similitud, acertando en la posición de los cambios en una distancia de 510 m.

3.5.2. Prueba de la función constante del decaimiento con ventanas múltiples

Como el modelo fue diseñado para generar comparaciones desde una ventana de un píxel, incrementando de dos en dos píxeles hasta alcanzar una ventana de 109 píxeles. Los resultados encontrados, aumentan desde un 0.65 % (un píxel) hasta un 75 % de



similitud (109) en la mejor de las simulaciones. El resultado con mejor similitud fue la simulación tres (S3) que se estabiliza en un tamaño de ventana de 57 píxeles con un 70 % de similitud.

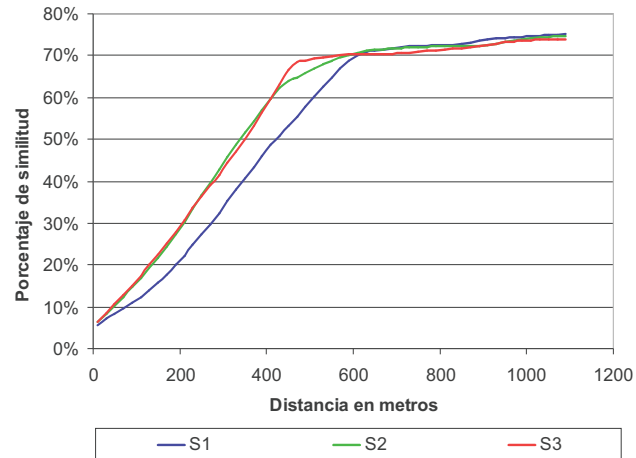


Figura 31: Prueba de validación cobertura 2006 vs. S1, S2, S3

Este resultado expresa que el modelo de simulación puede predecir los cambios de manera estable en un 70 %, posicionando el cambio dentro de una distancia de 570 metros con referencia al cambio real.

3.6. Modelo de simulación 2015 (Escenario I)

Bajo la arquitectura descrita y con el nivel de acercamiento previsto, el modelo validado fue corrido 11 veces (años), para simular la cobertura y uso del suelo en el 2015, de acuerdo a los parámetros definidos en nuestro modelo.

El resultado de esta simulación (Escenario I) se muestra en la siguiente figura:

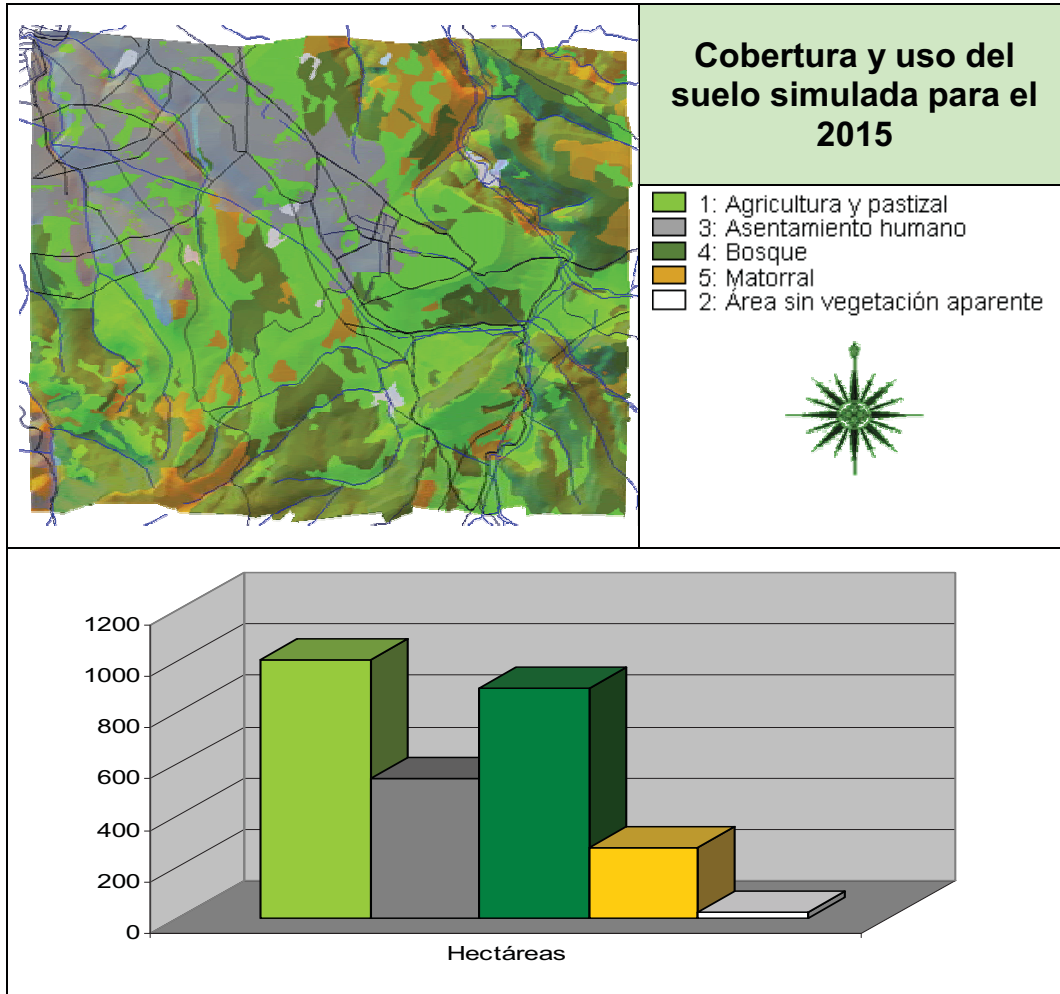


Figura 32: Cobertura vegetal y uso de suelo simulada para el 2015; Nota: Vías actuales y programadas en líneas negras y ríos en azul

Según los datos obtenidos a través de la simulación, para este escenario la mayor parte del área estará todavía ocupada por áreas de agricultura y pastizal en una extensión de 1002 ha, seguida por la cobertura de asentamiento humano que ocupará 543 ha, mientras que las áreas sin vegetación aparente comprenderán solamente 23 ha, por último la cobertura de matorral ocupará 275 ha. Este resultado nos muestra un escenario “optimista” en el que la cobertura natural se mantiene estable, a excepción de aquella afectada por un crecimiento urbano acelerado que tiende a conectar y unir la zona urbana de la ciudad de Morelia con la de Jesús del Monte.

Para tener un parámetro de lo que podría significar este escenario retomamos el cálculo de pérdida de agua y escurrimiento realizado en el capítulo I, basados en los datos de Arregue en el 2007. En él capítulo I, se calculó para el periodo 1995 – 2004 la pérdida 972 millones de litros de agua que ya no se infiltrarían y se sumarían al escurrimiento. En este escenario y para el 2015, estarán urbanizadas 543 has, que significan 1784 millones de litros de agua con el mismo destino, sin tomar en cuenta (nuevamente) la demanda de agua que estas mismas áreas urbanizadas generan sobre las áreas de captación.



Aclaremos que para este ejercicio, que es retomado de igual forma para los próximos escenarios, consideramos a las áreas urbanizadas como áreas impermeabilizadas, lo cual varía según cual sea densidad habitacional en el sitio, aunque comprendemos que la tendencia es a la impermeabilización de estas.

3.7. Mejoras y otros posibles escenarios (Escenarios II y III)

Si reconocemos que el porcentaje de similitud está limitado por que la tasa de cambio (cambio a asentamiento humano) del periodo 1995 – 2004, es mucho menor comparado con el periodo 2004 – 2006 (periodo de validación), podemos asumir que aumentando la tasa de urbanización, encontraremos una simulación más acertada para el 2006 (Escenario II). El resultado de aumentar 3 veces la tasa de urbanización resulta como sigue en la siguiente figura:

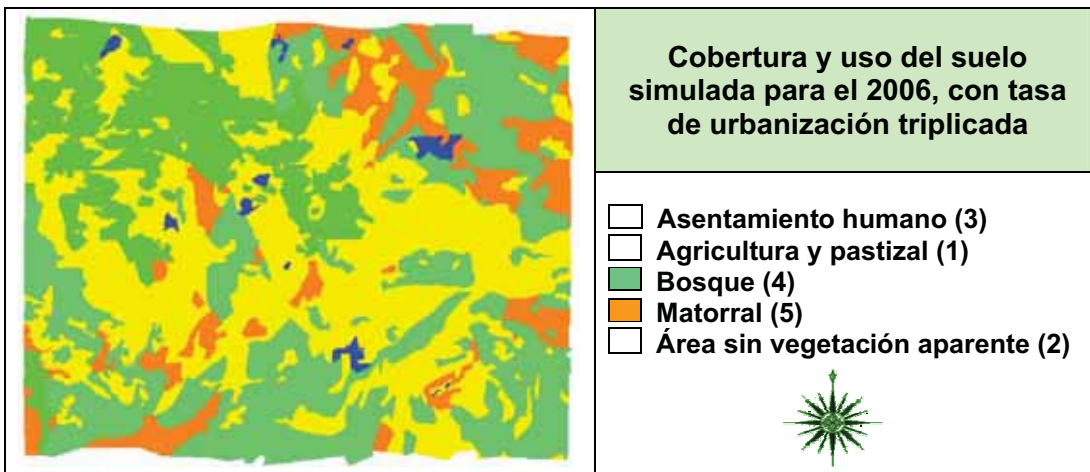


Figura 33: Cobertura vegetal y uso de suelo simulada para el 2006, con tasa de urbanización triplicada (simulación Z3)

Esta simulación es visualmente mucho más parecida a la cobertura real del 2006, para corroborar esto, la misma fue sometida, al igual que en el anterior escenario, a una prueba de validación, con los siguientes resultados:

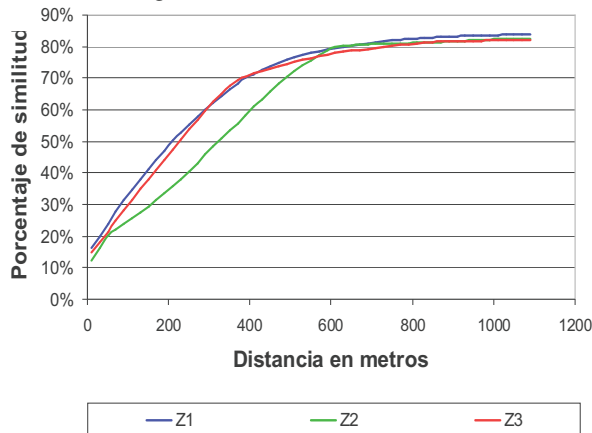


Figura 34: prueba de validación cobertura 2006 vs. Z1, Z2, Z3



Los resultados indican que esta simulación alcanza un 80% de similitud, localizando el cambio dentro de una distancia de 600 metros con referencia al cambio real que da cuenta de que en el periodo 2004 - 2006 la tasa de urbanización al menos fue triplicada con respecto al periodo 1995 - 2004. Bajo este resultado y con el supuesto de que este escenario continuará, el modelo fue corrido para el año 2015.

El resultado nos muestra un escenario prospectivo con una gran mancha urbana uniforme, que representa 940 has de las 2376 has del total del área de estudio y por lo tanto prevé que la cobertura de asentamiento humano será la dominante en 2015. La segunda cobertura que dominará sería la de bosque con 750 ha, muy cercana a la de agricultura y pastizal con 653 ha que representa más del doble de la cobertura de matorral con 232 ha; finalmente la cobertura de área sin vegetación aparente se mantiene estable con 21 ha.

El avance desmedido del área urbana, según este escenario y de acuerdo a la precipitación media calculada por Arregue en el 2007, implicarían 3089 millones de litros de agua al año que ya no se infiltrarían y se sumarían al escurrimiento, que hacen 1305 millones de litros más que en el anterior escenario.

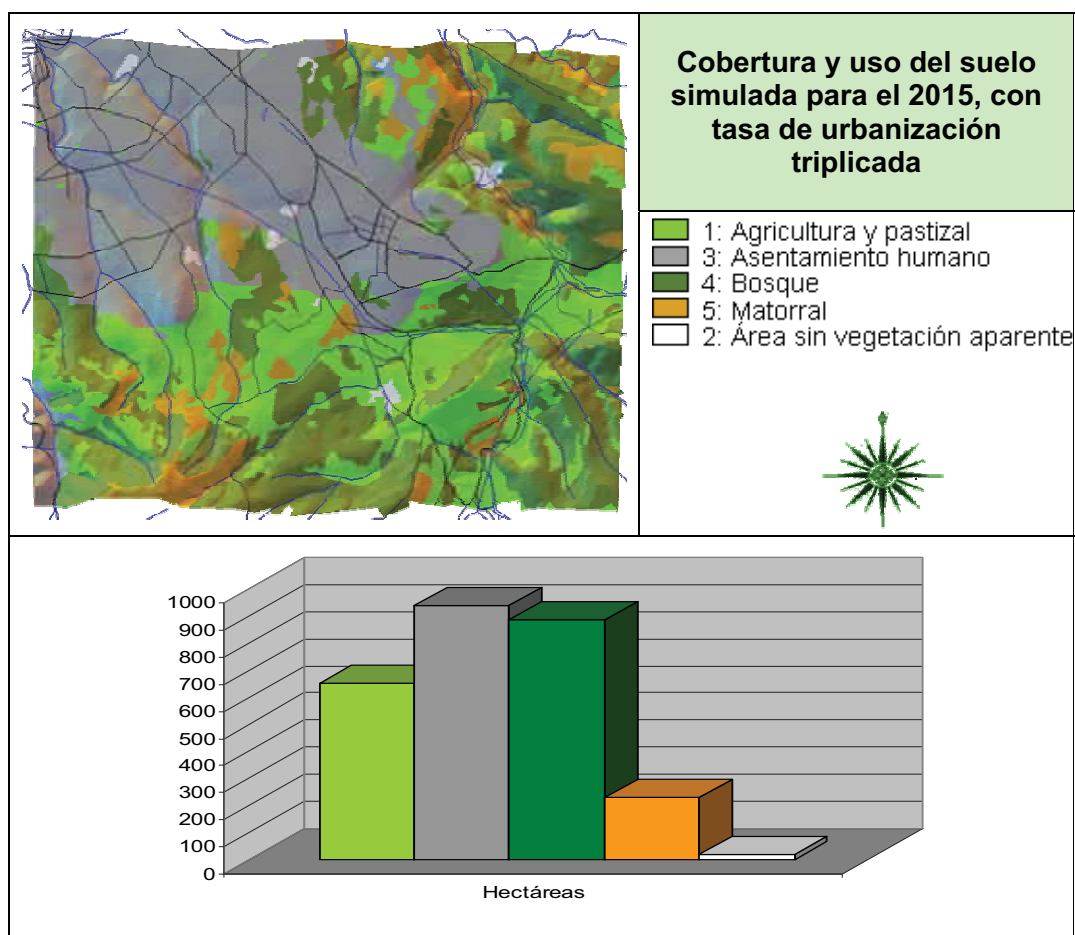


Figura 35: Cobertura vegetal y uso de suelo simulada para el 2015, con tasa de urbanización triplicada; Nota: Vías actuales y programadas en líneas negras y ríos en azul



Un último escenario (Escenario III) es posible si tomamos en cuenta que el polígono del fraccionamiento “Montaña Monarca” o “Infraestructura a construir”, esta proyectado al 2015 y que no ha sido cubierto, en su mayoría, por los dos anteriores escenarios, debido a que posiblemente el peso asignado a esta variable no es el suficiente y/o a que la transición bosque a asentamiento humano no se presenta en el periodo 1995 – 2004, transición necesaria para este escenario.

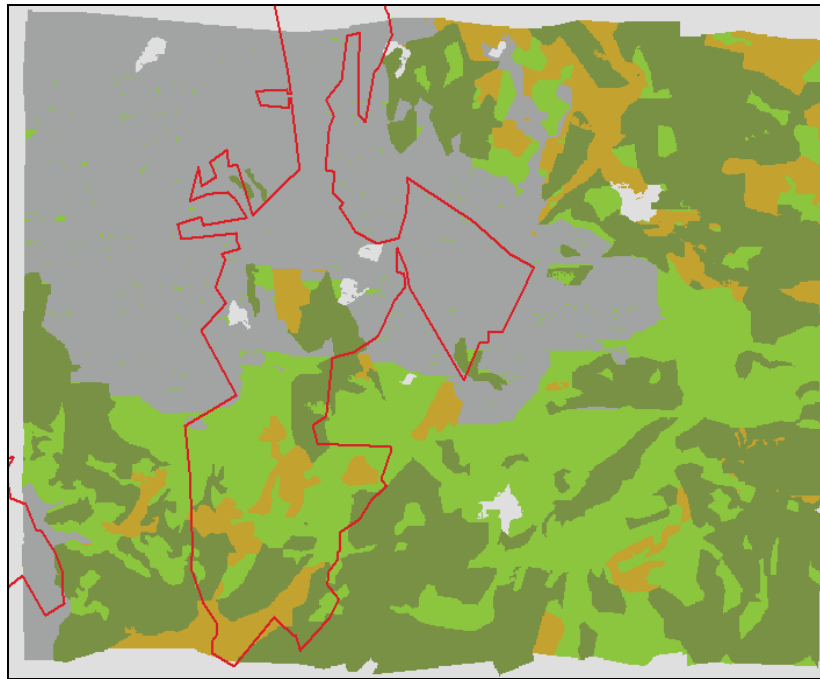


Figura 36: Cobertura y uso de suelo simulada para el 2015, con tasa de urbanización triplicada comparada con los límites de la variable “Infraestructura a construir”

Para poder proponer un escenario que tome como posible la construcción del fraccionamiento “Montaña Monarca”, se hicieron las siguientes modificaciones:

A partir del año 2007 (tercera corrida del modelo):

- Se incluyó la transición “Bosque a Asentamiento humano” (4 a 3).
- Se colocaron tasas de cambio a la transición 4 a 3, bajo el supuesto que estas ejercerían la misma presión, que la transición Matorral a asentamiento humano (5 a 3).
- Se asignó un peso de evidencia positivo de 10 a la variable “Infraestructura a construir”, para todas las transiciones hacia asentamiento humano (1, 2, 4 y 5 a 3).
- El crecimiento de esta transición fue definido por expansión (expand) y,
- Se mantuvo la influencia del resto de las variables

Con estas modificaciones la simulación dio el siguiente resultado:

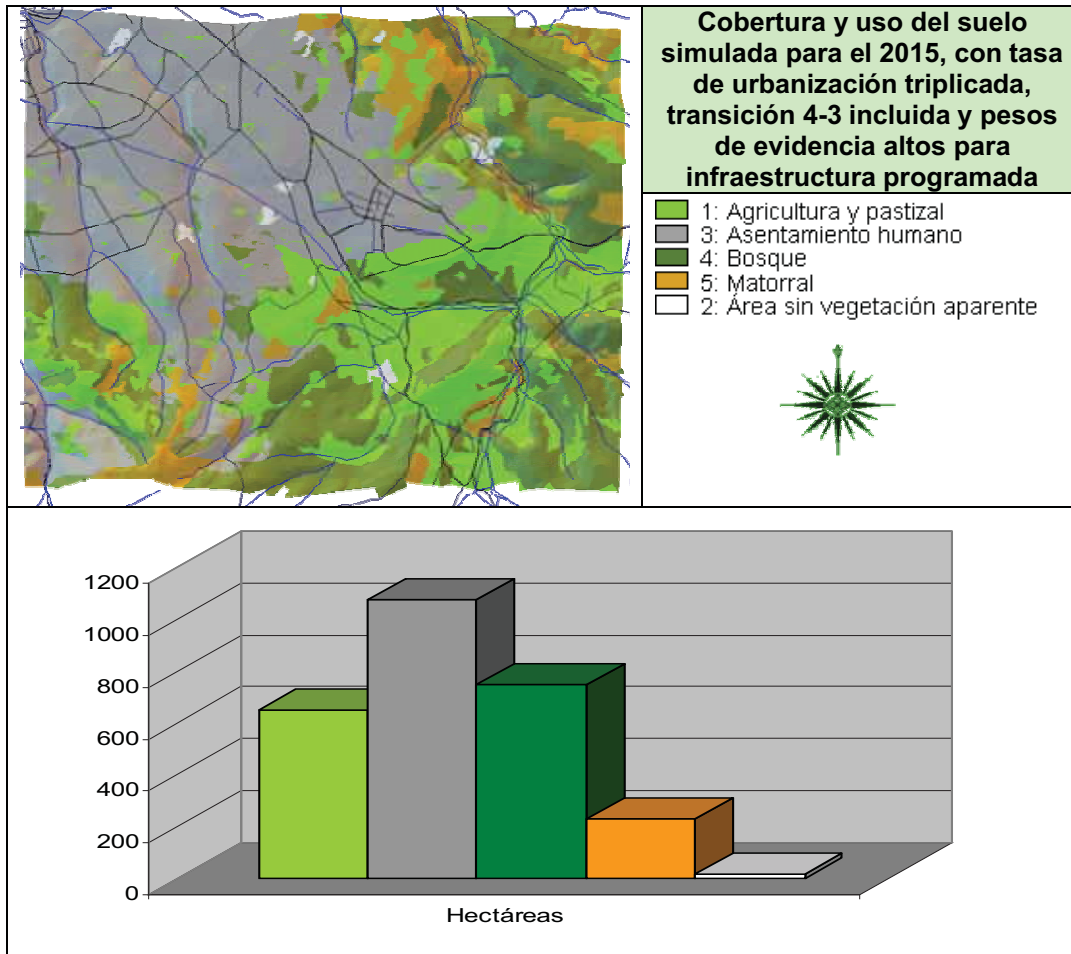


Figura 37: Cobertura vegetal y uso de suelo simulada para el 2015, con tasa de urbanización triplicada, transición bosque a asentamiento humano incluida y pesos de evidencia elevados para la influencia de la variable “infraestructura programada”; Nota: Vías actuales y programadas en líneas negras y ríos en azul

Bajo estas características el escenario para el 2015 cubre, aunque no toda, gran parte del área designada para construir el fraccionamiento Montaña Monarca. Este escenario pesimista, donde el crecimiento de la mancha urbana no discrimina ningún tipo de cobertura, tiene urbanizadas 1079 ha, de las 2736 ha del área de estudio, reduciendo el área de bosque de 888 a 750 ha. Aunque el área del resto de las coberturas se mantiene prácticamente igual, la distribución espacial de estas cambia ya que la tendencia del crecimiento urbano es ahora más hacia el sur.

Las reglas del fraccionador dentro de los fraccionamientos (sobre todo del de “Cerro Verde”) contemplan una baja densidad habitacional, es decir no todo se impermeabiliza, de no ser así el crecimiento urbano en este escenario significaría 3546 millones de litros de agua al año que ya no se infiltrarían y se sumarían al escurrimiento.



La comparación de estos tres escenarios en términos de la proporción de las áreas de las diferentes coberturas, se puede ver en la siguiente figura:

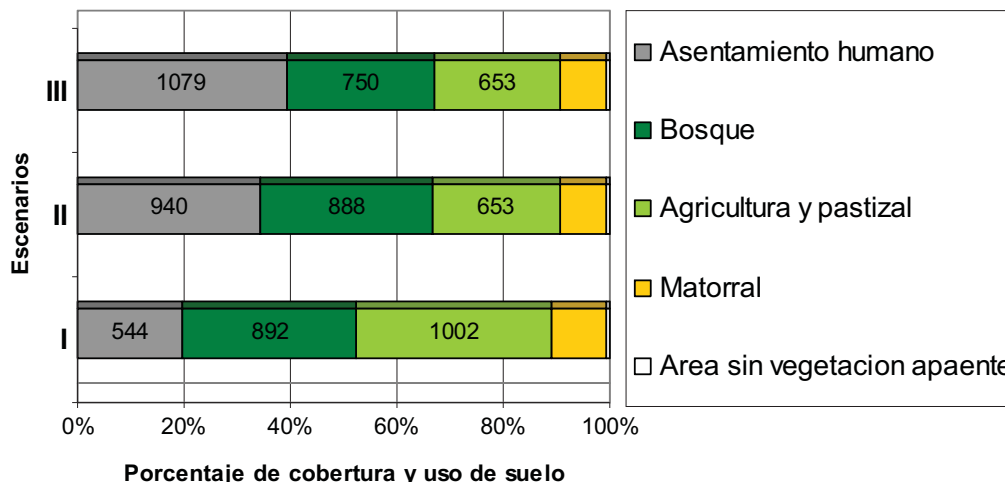


Figura 38: Comparación de los tres diferentes posibles escenarios; Nota: Se muestran los valores de las áreas en hectáreas para las tres principales coberturas

En el capítulo final, cada uno de estos tres escenarios será discutido, analizado y evaluado desde la perspectiva de diferentes actores, así como la utilidad de esta metodología para la proyección de escenarios futuros empleada en este estudio.

4. Conclusiones y recomendaciones

Para los diferentes escenarios se concluye que:

- Según la ecuación utilizada por la FAO (1996), de acuerdo a los 3 escenarios desarrollados, se prevé que los asentamientos humanos serán en el 2015 la cobertura con mayor crecimiento, con al menos 7 % (igual a la tasa anual del periodo 1995 – 2004), 12 o 13% de tasa anual de cambio (en los escenarios I, II y III respectivamente), donde el crecimiento urbano ejercerá presión sobre todas las coberturas, incluida la de bosque en el peor de los escenarios, localizando el crecimiento al Sur y/o Sureste de nuestra zona de estudio, producto de la expansión urbana de la ciudad de Morelia.
- El análisis de correlación realizado en este estudio revela una estrecha relación entre terrenos de propiedad ejidal, planificación del territorio a nivel municipal y una fuerte inversión privada en bienes raíces, que sumado a la influencia de programas federales como el PROCEDE, debe ser evaluada a fin de comprender plenamente cuales podrían ser los patrones o condiciones en los que se facilita un crecimiento urbano desmedido, con características de especulación.
- Basado en los resultados de la modelización, se hace evidente que las variables que controlan con mayor fuerza los cambios son, vías actuales y programadas e infraestructura programada, por lo tanto son las políticas



sobre estas variables las que determinarán, no solo el control de crecimiento urbano, sino el estado del resto de las coberturas.

- La disminución de las coberturas, la impermeabilización del suelo junto al aumento de la demanda de servicios y recursos de una población urbana, proponen un panorama peligroso en términos de abastecimiento de agua y favoreciendo las inundaciones con más de 3 mil millones de litros de agua al año (en el peor de los escenarios) que ya no se infiltrarían y se sumarían al escurrimiento.
- Por otro lado si consideramos que la infraestructura programada (grandes fraccionamientos) suelen estar cercados, en el 2015 los problemas de fluidez en las redes de comunicación vial serán aun mayores y difíciles de resolver.
- Si tomamos en cuenta que nuestras variables relacionadas con el crecimiento urbano planificado fueron tomadas únicamente de aquellas contempladas en los planos del Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Morelia (2004), no se puede descartar la posibilidad de un escenario aun más negativo, que incluya a los asentamientos ilegales (promovidos por el alza de los precios de los terrenos y la propia expansión urbana) así como la tala ilegal y clandestina de los recursos forestales sin vocación productiva y facilitado por la construcción de nuevas vías de acceso.

✚ Con respecto a la metodología empleada en este capítulo se concluye:

- Es posible expresar espacialmente, en gran parte o al menos en la tendencia general, el pronóstico de cobertura y uso de suelo a través de un modelo dinámico para el año 2015, con base en el análisis de cambio para los años 1969, 1995, 2004 y 2006. Sin embargo el gran dinamismo de esta zona de transición rural a urbano, requiere además de información adicional reciente, de tal manera que el escenario tendencial pueda cambiar parcial o drásticamente durante el propio periodo de elaboración del mismo.
- Los patrones que determinan el cambio de cobertura y uso de suelo se hacen más dinámicos y complejos en la medida que esta pasa de una vocación productiva a una de crecimiento urbano.
- En definitiva los modelos basados en autómatas celulares pueden representar de modo relativamente fácil, tanto procesos simples como muy complejos.
- La metodología empleada en esta investigación, posibilita la retroalimentación de la información ingresada al modelo, facilitando la comprobación de nuevas hipótesis (parciales o totales) de manera deductiva e inductiva.
- Existe dificultad en la modificación de las tasas de cambio, que como en nuestro caso ya no responden a los establecidos en el periodo 1995 – 2004, ya que se requiere traducir información externa validada (por ejemplo de naturaleza socioeconómica) en valores que posibiliten la reducción o incremento de estas tasas, que están condicionadas a la disponibilidad y calidad de esta información.
- El análisis de los polígonos de cambio, para determinar si estos se expresan por fragmentación o expansión y sus respectivos parámetros, se dificulta en la medida que estos aumentan en número ya que el método es



casi enteramente visual. Podría buscarse un método alternativo que facilite estos cálculos.

- Debido a la aleatoriedad de la lógica algorítmica de DINAMICA-EGO, hace que el modelo genere diferentes resultados bajo la misma influencia de las variables y patrones de entrada, esto dificulta generar el mismo resultado cuando es necesario.
- Si bien el modelo de evaluación garantiza un panorama amplio del acierto en la ubicación del cambio. No debemos olvidar que un modelo es solo una representación aproximada de la realidad y que es más importante evaluar como un escenario puede dar una idea de lo que podría ocurrir en el futuro.



CAPITULO IV

“EVALUCION DE LA APLICACIÓN Y FUNCIONALIDAD DEL MODELO PROYECTIVO”

1. Introducción

En este capítulo se analiza y discute acerca de la problemática de la zona de estudio y su dinámica en el tiempo, en especial el relacionado con el contexto actual (2008) y la tendencia de este en el futuro (2015). De manera indicativa se evalúa también, desde la perspectiva de tres actores clave, cual es el aporte que la metodología empleada en este estudio tiene o podría tener en diferentes ámbitos, relacionados con los tres escenarios resultantes de la modelización en el capítulo III. Este análisis se realizó a través de entrevistas semi-estructuradas y con la ayuda de una encuesta guía (ver Anexo Cap. IV).

2. Metodología

Fueron seleccionados tres actores clave relacionados con la problemática en la zona de estudio:

- a) **Funcionario del ayuntamiento de la Ciudad de Morelia – Michoacán**
- b) **Propietario de unidad habitacional en Jesús del Monte- Morelia – Michoacán**
- c) **Diputado del congreso de la unión por el estado de Michoacán**

El segundo entrevistado es de profesión antropólogo, por lo que sus apreciaciones en la entrevista son realizadas, en su mayoría, desde esta perspectiva.

A cada uno de ellos se aplicó una encuesta guía la cual contiene:

- ❖ **Análisis del contexto actual:** Donde se identifican los HECHOS, sociales, económicos, culturales y ambientales; para posteriormente analizar si tendrán una tendencia creciente, igual o menor y definir si el hecho mencionado constituye una oportunidad o amenaza para los participantes, el por qué se considera así y al final plantear las posibles alternativas ya sea para aprovechar la oportunidad o mitigar la amenaza.
- ❖ **Identificación de los actores que intervienen:** Basado en el *Diagrama de Venn* se pidió a los entrevistados que pusieran en círculos concéntricos, según su criterio, cuales son los actores principales (entre población, instituciones locales, empresas, etc.) que definen la tendencia del cambio en nuestra zona de estudio, colocándolos en orden de importancia del centro hacia fuera.
- ❖ **Identificación del proceso de cambio:** En esta sección se utilizó una herramienta conocida como *Línea de Tiempo*. Esta consistió en la valoración de la situación dentro del área de estudio, tomando en cuenta el PASADO, el PRESENTE y el FUTURO. Se pidió a los entrevistados que describieran el sitio como cuando era en el 2004, como son ahora y como creen que será, en el 2015.
- ❖ **Sobre el Modelo (metodología):** Antes de comenzar la entrevista y de comenzar esta sección se explicó y mostró a los entrevistados la metodología



empleada en el estudio y los tres escenarios resultantes de la modelización descritos en el capítulo III.

La sección consistió en realizar las siguientes preguntas:

- 1) Cuál de los tres modelos cree usted que es el más acertado?
- 2) Cuál es el aporte que la metodología presentada puede aplicarse en la actividad o rol social que usted realiza?
- 3) Cuál cree usted que es la mayor limitante para aplicar esta metodología?
- 4) En que otras aplicaciones usaría esta metodología?
- 5) Conoce usted metodologías diferentes que mejoren o faciliten el análisis realizado en esta tesis?

A continuación se les pidió que realizaran un análisis FODA, es decir una tabla donde indiquen cuales son las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la metodología. Finalmente se dejó un espacio para comentarios adicionales que quisieran hacer.

3. Análisis y discusión de entrevistas

3.1. Análisis del contexto actual

Los entrevistados reconocieron que existe en la zona de estudio, un cambio muy fuerte de zonas de producción primaria, especialmente agrícolas, a zonas de oferta para urbanizar, que genera tensión social entre colonos asentados en los nuevos fraccionamientos y la población local originaria, marcado por el desencuentro de gente con diferencias asimétricas, especialmente económicas pero también sociales y culturales. En este sentido los dos grupos (gente de altos ingresos y comunidad campesina) que viven en la zona de estudio, no se mezclan ni vinculan en la vida social del otro. La diferencia se expresa físicamente con la modificación de espacios públicos, la construcción de muros perimetrales, universidades, escuelas y centros comerciales de lujo, que no son usados por los pobladores locales, a diferencia de otras que si son usadas aunque no solicitadas por estos, como son el acceso a nuevas vialidades.

Dentro de la población local ocurre un fenómeno de reorganización de la oferta laboral, donde la mayor parte de la población ya no se dedica a labores tradicionales de producción primaria (agricultura, ganadería y forestal), sino a la oferta de servicios, especialmente los vinculados con la construcción para los hombres (albañilería y fabricación de tabiques, jardinería) y el servicio doméstico, la oferta de tortillas, tiendas de abarrotes y otras labores de comercio para las mujeres. Este cambio provoca a su vez un cambio en los valores y aspiraciones, en el que las familias aspiran que sus hijos tengan educación técnica o profesional para poder integrarse a la vida urbana y/o poder acceder a los beneficios que conlleva el estar mejor vinculado con la ciudad. Sin embargo esto también resulta en la formación de clases sociales al interior del pueblo, es decir la transformación de la gente en ricos y pobres y la consecuente proletarización de la población, que recae inevitablemente en el debilitamiento de las redes locales de reciprocidad social, es decir que también es perceptible la transición de una sociedad más homogénea a una más clasista y/o elitista.

Los entrevistados coinciden, dependiendo del tipo de fraccionamiento, en que no existe un problema ambiental con respecto a la deforestación, que en cambio la cobertura boscosa, sobre todo en las cumbres, son uno de los principales atractivos



que se ha constituido en la principal oferta de los fraccionamientos y que por tal motivo estos se conservan, no así con el resto de las coberturas vegetales. En cambio si existe una preocupación por el abastecimiento de agua y la contaminación de esta, por que los nuevos fraccionamientos no tienen asegurado el abasto para toda la población, la cantidad de pozos es insuficiente y no se sabe sobre el tratamiento de aguas residuales.

Estos hechos fueron resumidos por uno de los entrevistados (diputado federal), como una situación de despojo, que sacó a la población local de su modo de vida, desde el punto de vista natural, social y político.

La tendencia con el tiempo, es que los pobladores locales irán cediendo sus tierras a los nuevos pobladores y es probable que los hijos de los pobladores originarios se integren a la vida urbana, aunque no necesariamente vivan ahí y aunque es probable que se vea incrementada la conflictividad en términos sociales y culturales. Además de adaptaciones exitosas se encontraría también pobreza urbana, que es diferente a la rural y que esta asociada a procesos de anomia social, vandalismo, individualismo, aparición de prostíbulos, etc. es decir que ocurre y se incrementa un cambio de costumbres y valores.

Los terrenos y casas seguirán aumentando de precio y el trabajo campesino se cambiará por otros vía salarios; según la opinión de uno de los entrevistados (propietario local) esto incluso podría reducir la migración (al menos en corto plazo) hacia los Estados Unidos de Norte América. Para otro entrevistado (diputado federal) la tendencia se resume en una sociedad elitista, donde la sociedad actual cambiará totalmente, de manera comparable a la zona de Santa Fé en el Distrito Federal.

Si bien en la actualidad los procesos de especulación de tierras han disminuido y los pobladores locales ya venden sus tierras a mayores precios, la abundancia transitoria, no garantiza un adecuado uso y distribución de esta riqueza, debido a la desintegración familiar y de la organización local, con la tendencia al despilfarro de estos recursos.

La tendencia ambiental, según dos de los entrevistados (ayuntamiento y propietario) es a mejorar la calidad de los bosques que son y serán valorados como ornato público, al menos en las partes más altas y que gozarán de mayor control, debido a la influencia política de los nuevos residentes y la presencia de más gente en la zona. Sin embargo los tres entrevistados coincidieron en que el problema del agua, especialmente el de abasto, será un problema muy fuerte en la zona.

Los entrevistados, de una u otra manera, están de acuerdo en que los altos costos de los predios en la zona, solo son accesibles a personas con gran poder adquisitivo y que lo caro de la oferta sobrepasa a la demandada por la población moreliana y que por lo tanto la inversión en el sitio no resuelve el problema de la gente que necesita vivienda.

Las consideraciones de los entrevistados, en si son estos hechos una amenaza u oportunidad, pueden ser ambiguas y varían, por ejemplo, el propietario local considera como oportunidad la reorganización laboral, ya que representa un ingreso más seguro, les permite planear de otra manera su vida cotidiana y una mayor oportunidad de trabajo. Sin embargo esta situación también se percibe como una amenaza porque la gente local está entrando con desventajas considerables a una posición subalterna como trabajadores no calificados a la nueva vida social.



El entrevistado del ayuntamiento considera que este crecimiento urbano es ambivalente porque los pobladores locales, se sienten invadidos, pero por otro lado se les esta acercando más infraestructura, más servicios y medios de comunicación, aunque estos no lo hayan pedido. También considera que el alza de precios en los predios puede traer consecuencias ambiguas en términos de amenaza y oportunidad. Finalmente y con respecto al ámbito ambiental, considera como oportunidad el que los proyectos programados tiendan a mantener el medio ambiente como está.

A diferencia de los anteriores el diputado federal entrevistado, considera que el proceso en general se constituye en una amenaza tanto social, cultural, económica como política.

De acuerdo a los hechos mencionados, para los entrevistados las causas directas a las que se atribuye este acontecer, son: el encuentro de la sociedad urbana con la campesina; el elevado poder adquisitivo de los nuevos habitantes, que les permite contratar gente que le ofrezca servicios y la fuerte influencia de los residentes nuevos con las decisiones del gobierno. Existe el concepto, sobre todo en zonas altas, de construir “pequeños paraísos”, para clases medias altas y altas y esto hace que el bosque sea un factor importante en la oferta y demanda de vivienda.

El diputado federal entrevistado, reveló y temporalizó las causas de la siguiente manera: la primer causa es la modificación del artículo 27 constitucional y luego la apertura a una familia muy potentada de apellido “Medina”, a la cual se le dio las condiciones para invertir a través del poder político, especialmente por el Partido Acción Nacional (PAN) y finalmente el interés de una pequeña parte de la sociedad moreliana que busca una Morelia con los valores de estas personas.

Ante la pregunta de qué se puede hacer, el propietario local mencionó, que se requiere más y mejor educación para la gente campesina o de ascendencia campesina, que le permita elevar su condición social, proporcionar muy buena información para que la gente no deprecie sus tierras y la construcción de espacios públicos que puedan usar todos sin discriminación, donde la gente no se sienta de segunda clase.

El entrevistado del ayuntamiento propuso, que habría que prever el cambio de zonas de producción primaria a zonas urbanas y no permitir que suceda de manera libre, tomado en cuenta que es inevitable que suceda y porque se considera que probablemente es un hecho más bueno que malo. Habría que equilibrar, matizar que el proceso se vaya dando de manera que la situación tome la forma menos conflictiva, porque finalmente un cambio causa conflictos y hay que tratar de que sean los menores posibles. Deben considerarse las nuevas necesidades que la ciudad trae y que afecta en la cultura local, por ejemplo la televisión por cable y cuidar (no confundir) que no por creer que faltan comunicaciones se debe llevar la mancha urbana hasta los sitios más alejados, hay cosas que se pueden llevar sin necesidad de alterar el entorno.

Agregó que es necesario delimitar las zonas que se deben desarrollar, las áreas están planificadas para varios años y se debe ser muy rígido en no permitir que lo que ya está planificado se desvirtúe. Para finalizar mencionó que para continuar con la conservación del bosque en la zona debe existir vigilancia, para hacer valer los procesos e intenciones de conservarlo.

El diputado federal dijo que el congreso del estado debe declarar como reserva territorial estas zonas, con la intención de que se puedan considerar como reservas territoriales ecológicas para que se pueda mantener la captación del agua; deben delimitarse las zonas urbanas, “tienen que planificar mejor el uso del suelo”; por último

dijo que deben establecerse instituciones de estudios e investigación de otro carácter, que no dirección mejor el proceso de urbanización.

3.2. Identificación de los actores que intervienen

En conjunto los entrevistados reconocieron que en la zona intervienen los siguientes actores:

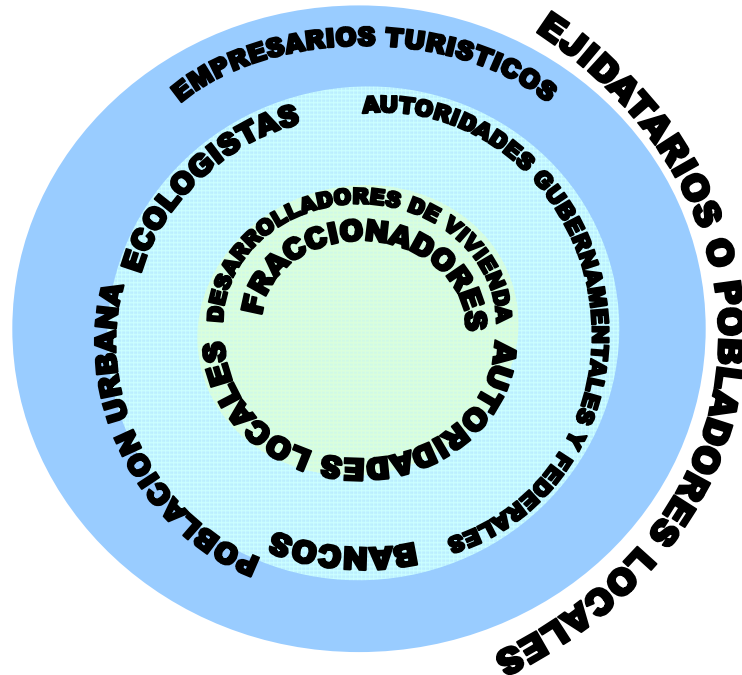


Figura 1: Diagrama de Venn, resultante de las tres entrevistas a los actores clave.

a) Desarrolladores y/o fraccionadores

Son el principal actor, por que son estos quienes tienen la idea de que hacer, los oferentes. Son ciertos grupos que ya tienen de alguna manera apalabrado o acaparado el control de la planificación en la zona y partiendo de eso, ellos son capaces de hacer cumplir lo que determinen, que tan rápido dependerá del resto de la población. Estos compran los terrenos con anticipación sabiendo que las influencias que mantienen con diferentes instituciones garantizarán lo planificado, incluso a través de presiones.

b) Autoridades locales

En términos formales el municipio, es un espacio de representación social elegido democráticamente por los habitantes, pero en términos de política práctica ha sido un instrumento muy beneficioso para los especuladores, realmente está apoyando el crecimiento urbano. Tiene que dar permisos, avales de construcción y ser suave con los reglamentos, buscar la manera que continúe este proceso de urbanización. Aparentemente lo hacen por el beneficio de Morelia pero en términos informales las personas del municipio se vinculan con las redes que propician el crecimiento urbano, por ejemplo el fraccionamiento "Tres Marías" se inauguró antes de tener autorizaciones, estas se entregaron el mismo día de la inauguración, cuando el presidente municipal entregó la licencia de construcción.



c) Autoridades gubernamentales y federales

En el caso de Morelia, todos los niveles de autoridades tienen casi la misma influencia para los cambios, la aprobación de presupuestos y/o la venia para que se ejecuten proyectos que beneficien a los fraccionamientos.

d) Ecologistas

Agrupación ciudadana que fue capaz de detener, aunque sea temporalmente, el proyecto del Mega-túnel (ver introducción).

e) Bancos

Son los que ofrecen créditos tanto a los fraccionadores como a los compradores de casas en los fraccionamientos. Una explicación clara de cómo se manejan los créditos fue dada por el propietario local, donde menciona, por ejemplo, que personas que aspiran a casas que valen un millón cuatrocientos mil pesos (hay otras de 2 millones o 3 millones de pesos) deben acceder a un crédito de 750 mil pesos, en caso de solo contar con la mitad del costo de la casa, y pagar, más o menos, 18 mil pesos mensuales de interés fijo anual por 20 años. Los 18 mil pesos deben ser el 33% de los ingresos totales del comprador, es decir ingresos de aproximadamente 54 mil pesos mensuales mínimo.

En comparación con INFONAVIT, este otorga 560 mil pesos, en caso de contar con un trabajo fijo como obrero calificado, sino esta cantidad disminuye a 200 ó 250 mil pesos con lo que se puede comprar una casa donde este dinero alcance. Con el banco y con INFONAVIT se puede acceder un crédito de hasta 850 mil pesos (máximo), por esta razón la zona de estudio es para personas con ingresos altos.

f) Empresarios turísticos

Grupo de empresarios turísticos, que tienen dinero para transformar la zona, para la oferta de atractivos o lugares para grupos selectos, por ejemplo en el caso de "Cerro Verde", este no estaría planificado para que la gente viva ahí, sino para que esta pase solo un tiempo.

g) Población urbana

El nivel de desarrollo de la ciudad deseado, es acorde con la oferta, hay una necesidad de vivienda de clases medias y altas que cumplan con sus expectativas simbólicas y hay una tendencia de parte de la población a buscarlas.

h) Ejidatarios y pobladores originales

Al parecer se los reconoce como parte del proceso, pero no han jugado ningún rol en las decisiones, ellos se han sometido a los acontecimientos. En la actualidad favorecen el proceso de urbanización, por que los propietarios que quedan pueden vender sus tierras a buen precio.

Los principales cuellos de botella en la actualidad, identificados por el propietario local, se expresan en la siguiente tabla:

**Tabla 1: Identificación de los principales “cuellos de botella”,
Por parte del propietario local**

TIPO	VALOR	¿QUIÉN SE BENEFICIA?	¿QUIÉN SE PERJUDICA?	CAUSA	PROPUESTAS DE MEJORA
Transporte (salida a la ciudad de Morelia)	Muy alto	Población Jesús del Monte	El resto de la ciudad (por uso de recursos públicos)	Necesidad de vivienda de clases medias y altas que cumplan con sus expectativas simbólicas	Se debe de Negociar un acceso, es una necesidad
Escasez Agua	Muy Alto	Nadie	Todos los que viven en la zona y los que compraron pensando que tienen agua	Problema de ausencia de reglamentación por parte del municipio y los fraccionadores	Implantar sistemas de recuperación de aguas desde las casas y plantas de tratamiento
Ausencia de espacios públicos no comerciales	Alto	Fraccionadores	Población nueva y antigua	Fraccionadores, por especulación y codicia	Construirlos de manera participativa

El entrevistado recalcó que estos cuellos de botella son los que como habitante de la zona considera y no necesariamente son los más importantes para toda la población.

Por su parte el diputado federal reconoció solo un cuello de botella, que se describe en la siguiente tabla:

**Tabla 2: Identificación de los principales “cuellos de botella”,
Por parte del diputado federal**

TIPO	VALOR	¿ QUIÉN SE BENEFICIA?	¿ QUIÉN SE PERJUDICA?	CAUSA
Especulación y enajenación	Muy alto	Los ricos	Toda la sociedad Moreliana, en todos los aspectos en especial por los posibles desastres naturales, inundaciones, sequías, etc.	Política (municipios) e intereses económicos
PROPUESTAS DE MEJORA	Si las condiciones ya están o se prestan para este tipo de desarrollo económico no negar esta parte mala y convertir la gran porción de tierra aun no urbanizada en centros e instituciones de estudios e investigación, culturales, ambientales, sociales, etc.			
	No aumentar más el crecimiento demográfico en la zona			
	Otra es rescatar las partes que se tienen todavía de comunitarismo y los bosques declararlos de reserva y rescatar las manifestaciones culturales, manifestarlas y hacerlas valer.			



El entrevistado del municipio, dijo que de alguna manera estos “cuellos de botella” fueron mencionados en la entrevista.

Sobre las posibles buenas prácticas el propietario local describió lo siguiente en la tabla 3:

**Tabla 3: Identificación de “buenas practicas”,
Por parte del propietario local**

TIPO	VALOR	¿QUIÉN SE BENEFICIA?	¿QUIÉN SE PERJUDICA?	CAUSA	PROPUESTAS DE MEJORA
Para los locales, es la infraestructura de comunicación vial	Medio	Población en general	Nadie	No hay una idea de construir un espacio social agradable limitado por la inversión que conlleva	Construir espacios públicos
Hay cabida para ciclistas					

El entrevistado del ayuntamiento, mencionó que de alguna manera ya se había mencionado este aspecto en la entrevista. El diputado federal por su parte no reconoció ninguna buena práctica.

3.3. Identificación del proceso de cambio

De acuerdo a las entrevistas y si ordenamos temporalmente los acontecimientos que en la zona de estudio determinaron y determinan el proceso de cambio de un paisaje rural a uno urbano, vemos que el proceso tuvo su origen cuando el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares (PROCEDE) realizó la regularización de las tierras ejidales en la zona, este proceso, junto al previo debilitamiento organizacional del ejido, facilitó la transaccionabilidad de las tierras, que fueron compradas por los fraccionadores, principalmente a través de métodos de especulación. Casi paralelamente se comenzaron a instaurar frentes de expansión urbana, con la construcción de preparatorias y universidades como el Tecnológico de Monterrey, aparentemente por la influencia y presión de los mismos fraccionadores. Estos factores determinaron la paulatina y progresiva fragmentación del ejido en pro del crecimiento urbano.

En el 2004 el ayuntamiento del municipio de Morelia presenta el nuevo Plan de Desarrollo Urbano, en el cual se encuentran mapeados y establecidos los fraccionamientos programados por los inversionistas privados. Al mismo tiempo los inversionistas comienzan a promocionar, a través de diferentes medios, la venta a nivel nacional e internacional de estas unidades habitacionales dirigidas a familias con alto poder adquisitivo. El ayuntamiento realiza en la zona una fuerte inversión en infraestructura vial y en la instalación de servicios. La inversión de esta infraestructura y los permisos necesarios fueron facilitados y promovidos por el poder político en turno, en especial el relacionado con el municipio.

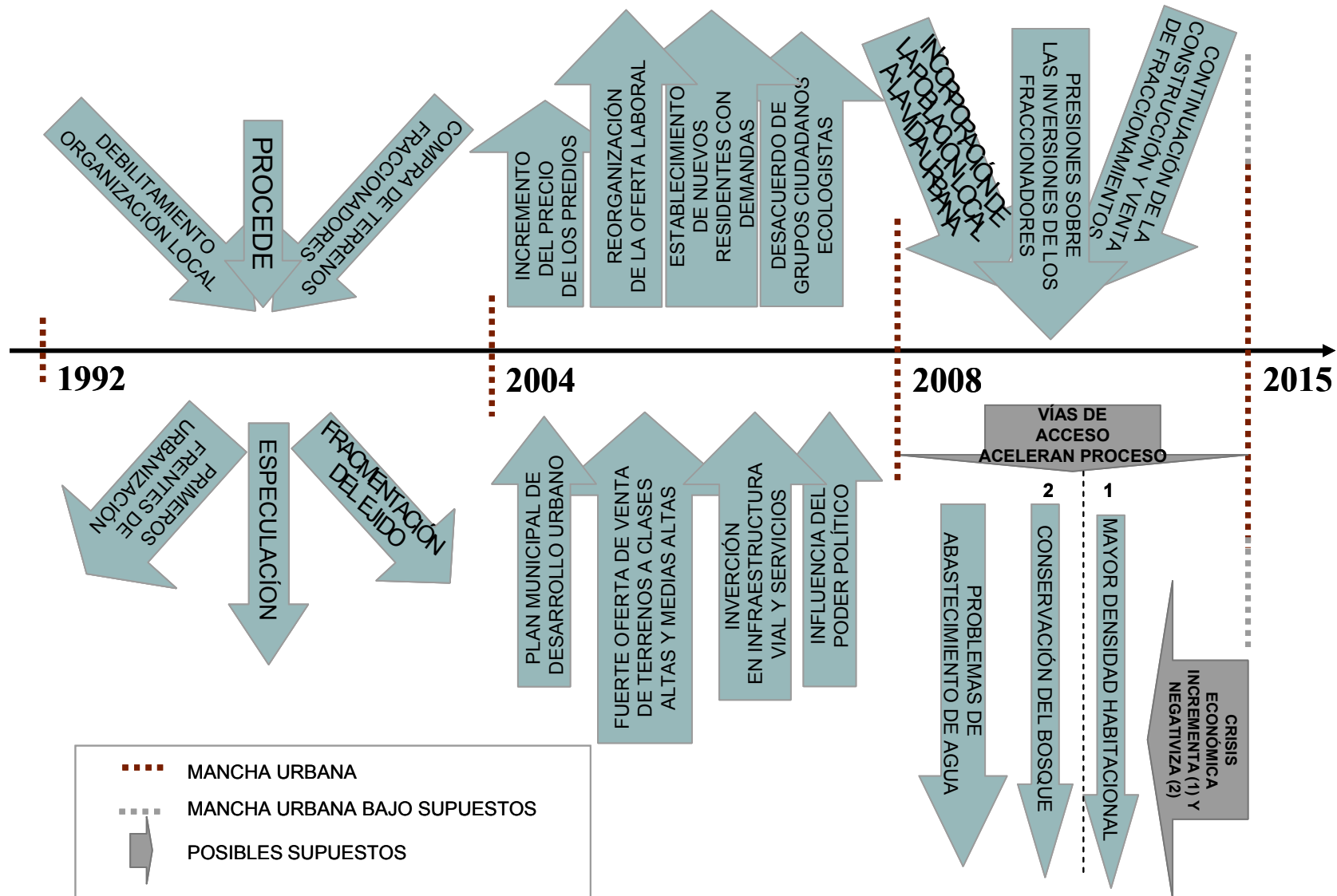


Figura 2: Esquema del proceso de cambio en la zona de estudio según entrevistados y sus posibles variantes



La dinámica descrita eleva el precio de los terrenos en la zona y hace que los ejidatarios que aún cuentan con propiedades las oferten para urbanizar. La oferta de viviendas trae consigo nuevos residentes, los cuales pueden contratar los servicios de personas para necesidades particulares, que junto a la pérdida de vocación productiva, redefinen la organización de la oferta laboral en la zona. Las demandas de los nuevos residentes y la nueva vinculación de la zona con la vida urbana, demandan nuevos accesos a la ciudad de Morelia, demanda que se hace conflictiva por el desacuerdo con parte de la sociedad, en que estas pasen por lugares de riesgo, de importancia ecológica y por la excesiva inversión municipal para este propósito. En la actualidad este acceso fue detenido por la movilización de grupos ciudadanos.

La tendencia del proceso de cambio, en el futuro inmediato, es que continúen con la construcción y oferta de los fraccionamientos, con una muy fuerte presión por la alta inversión económica realizada y por la necesidad de accesibilidad de la nueva población en la zona.

Aunque se piensa que los nuevos fraccionamientos respetarán la cobertura del bosque, en parte a que tienen permitida una densidad habitacional baja y sin dejar de lado los futuros problemas de abastecimiento de agua, es posible que la presión permee en las decisiones políticas y se de paso a la construcción de estos nuevos accesos, lo que aceleraría aun más el crecimiento urbano, al menos por un periodo corto de tiempo, debido al alto costo de los predios.

Sin embargo podría darse otro escenario más difícil bajo el supuesto de una posible crisis económica, si esto se diese, el riesgo de pérdida del capital de inversión y de las ganancias esperadas por los fraccionadores, podrían forzar a transformar la oferta actual a una más accesible, donde la densidad habitacional se incrementaría y se agravarían los problemas de abastecimiento de agua y de conservación de la cobertura boscosa.

3.4. Sobre el Modelo (metodología)

Para el entrevistado del ayuntamiento como para el propietario local, el segundo escenario modelado "Cobertura y uso del suelo simulada para el 2015, con tasa de urbanización triplicada" es el más acertado. El propietario mencionó que incluir en el modelo la apertura de nuevos accesos, aumentaría la tasa de crecimiento urbano y podrían aparecer otros frentes de expansión urbana, uno de esos puntos podría ubicarse en la población de San Miguel del Monte, complicando aun más el escenario.

Según el diputado federal, el tercer escenario modelado "Cobertura y uso de suelo simulada para el 2015, con tasa de urbanización triplicada, transición bosque a asentamiento humano incluida y pesos de evidencia elevados para la influencia de la variable infraestructura programada" es el más probable, aunque desearía que el escenario tendencial fuese el primer escenario "Cobertura y uso de suelo simulada para el 2015".

El entrevistado del ayuntamiento piensa que la metodología puede usarse para graficar los posibles cambios que resulten cuando hipotéticamente se hagan aportaciones o modificaciones a los proyectos y de esa forma se pueda valorar el impacto que puedan tener, el diputado federal dijo que serviría para ver las consecuencias de la pérdida de valores culturales y organizativos, de modo que se puedan revalorizarlos y por último el propietario mencionó que no tiene nada que ver con la actividad que realiza o el rol social que cumple allí (por lo específico de la pregunta), pero si fuera un agente que tiene capital leería con mucho cuidado el



estudio de tesis, como referencia para la inversión en la compra de terrenos, esto podría fomentar el proceso de especulación.

Ni el diputado federal ni el propietario local vieron alguna limitante en la metodología, aunque el propietario mencionó que podría complementarse con una investigación de procesos políticos relacionados con la especulación inmobiliaria, que tendría que involucrar la investigación del municipio como tal, no nada más con los planos del municipio sino adicionando información de grupos locales de fraccionadores, esto permitiría modelar aun mejor la hipótesis, porque en los planes talvez no haya información que ya estén pensadas por los especuladores, de modo de proyectar mejor las aspiraciones o planificaciones.

Por su parte el entrevistado del ayuntamiento cree que la mayor limitante es el manejo y ponderación de las variables, sobre todo en cuanto a aspectos sociales o económicos por lo comprometido de los criterios personales.

Otras aplicaciones de la metodología que identificaron los entrevistados son: la evaluación de los posibles cambios de uso de suelo, para casos controvertidos; para visualizar el futuro y sistematizar el presente en virtud de tener mejores relaciones y prácticas sociales e investigaciones urbanas en general.

Ninguno de los entrevistados conoce metodologías diferentes que mejoren o faciliten el análisis realizado en esta tesis (capítulo III). Sin embargo el propietario (antropólogo) sugiere incluir trabajo etnográfico complementario para discutir mejor el problema en términos políticos y de realidades sociales.

El análisis FODA resultante de las entrevistas se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4: Análisis FODA de la metodología Empleada en la modelización

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
PROPIETARIO LOCAL			
Permite ubicar de manera muy precisa las transformaciones del paisaje	Desde el punto de vista de antropólogo podría muy bien ilustrar procesos que con esta herramienta se pueden mostrar de modo geográfico (espacial)	No se ve debilidad en si misma, si se ve en el sentido de complementariedad, de modo que es más descriptivo y no comprensivo	Consecuencias no buscadas de la investigación como usarla para la especulación
DIPUTADO FEDERAL			
Es de campo	Que se puede poner en la mesa de discusión para encontrar nuevas formas y alternativas de desarrollo	El que este en la mesa de los grandes intereses privados o de mala gente que toma decisiones	Que estén en manos de los hombres de poder neoliberales
FUNCIONARIO DEL AYUNTAMIENTO DE LA CIUDAD DE MORELIA			
Es un respaldo para tomar o defender posturas derivadas de aspectos técnicos	Facilitan el desarrollo de varios escenarios para conclusiones más precisas	La ponderación de variables y la elección en si de las mismas pueden recaer en el criterio y no en la realidad	ninguna



Con respecto a la sugerencia del propietario local (antropólogo) de complementar el trabajo, al respecto podemos mencionar la existencia de otra metodología de modelización, de naturaleza más social, denominada “Modelo Basado en Agentes” (M.B.A.), cuyas aproximaciones están siendo fuente de multitud de tecnologías en un amplio rango de áreas de investigación, tanto teóricas como aplicadas (Galan, 2006).

Los modelos basados en agentes son una clase de modelos de simulación cuyas principales características son la generación de propiedades emergentes (no deducibles del comportamiento individual de los actores), la interacción local con información parcial por parte de los agentes que intervienen y la sensibilidad a las condiciones iniciales (Galan, 2006).

En los últimos años, esta técnica de modelado ha pasado de ser una aproximación heterodoxa a convertirse en una herramienta de investigación ampliamente reconocida en toda una diversidad de disciplinas científicas como son la economía, la política, antropología, sociología, biología, gestión de recursos o la ecología (Galan, 2006).

Las ventajas metodológicas del M.B.A. se deben al establecimiento de una correspondencia directa entre entidades (e interacciones) de un sistema y los agentes (y sus interacciones). Al parecer este tipo de modelamiento permite una representación computacional más realista e intuitiva de un fenómeno que la mayoría de las técnicas tradicionales (Galan, 2006).

Los modelos basados en agentes así como los autómatas celulares (ver introducción) se materializan en programas basados en unidades que pueden adoptar la forma de células, habitualmente bidimensionales en una pantalla con forma de grilla por la cual los agentes se trasladan de acuerdo a reglas muy sencillas de comportamiento y movilidad. De allí que lo complejo se forme en el seno de lo simple. Por lo que se los denomina también programas bottom – up (de abajo hacia arriba) pues el comportamiento general es impredecible desde las reglas acordadas previamente; la intuición, el sentido común no pueden dilucidar la manera en la que una pequeña sociedad artificial se comportará luego de un periodo de tiempo calculado y a través de un espacio conocido (Miceli, 2006).

A diferencia de otras líneas teóricas en ciencias sociales, la teoría basada en agentes sostiene que la interacción social local es determinante para el comportamiento de los individuos ya que este es discreto, no lineal y simultáneo respecto al resto de los agentes. A su vez en la relación entre lo local y lo general se esconde el secreto de la dinámica social en su conjunto que puede ser emulada por la construcción de una sociedad artificial en la cual las reglas creadas para ella se asemejen a las supuestas características sociales reales (Miceli, 2006).

Los modelos en agentes pueden contener autómatas celulares pero se diferencian de estos por que los agentes no son dependientes del espacio (se puede imaginar un entorno en el que cada agente interactúa con cada uno de los otros agentes). También se diferencia en que los agentes, al contrario de lo que sucede con los autómatas celulares, pueden tener muchos atributos, tales como distintos estados internos o diferentes reglas de conducta. Cuando las técnicas de los modelos basados en agentes se aplican al estudio de procesos sociales es cuando decimos que aparecen las Sociedades Artificiales. Estos laboratorios (inéditos en las ciencias sociales), permiten observar la emergencia de estructuras sociales o de comportamientos grupales generados a partir de las interacciones locales y acotadas de los agentes y son complementarios a la metodología utilizada en este trabajo de investigación (Miceli, 2006).



Un reciente ejemplo de cómo los Modelos Basados en Agentes se complementan con modelos estadísticos, fue el realizado por Castilla y Verburg en el 2007, en un área montañosa de Vietnam, donde concluye que ambos modelos son muy complementarios en la captura de los patrones y procesos del cambio de uso del suelo y en la manera que estos interactúan.

4. Conclusiones y recomendaciones

✚ Sobre la problemática de la zona de estudio se concluye que:

- El crecimiento urbano en la zona de estudio no responde a una necesidad de vivienda.
- La regularización de tierras realizada por el PROCEDE en la zona de estudio fue el factor inicial y detonante para el comienzo de la especulación en la compra de terrenos.
- El principal factor que determina el cambio de uso de suelo en la zona de estudio, es el poder de la inversión privada en el negocio de bienes raíces, solventado por la influencia favorable del poder político, especialmente a nivel municipal, que se ve reflejada en la planificación, la reglamentación y la inversión pública del y en el territorio.
- La población local, que en principio fue ejidal y dueña del territorio, queda a merced de las consecuencias de la dinámica del proceso de cambio, sobre el que no es ni ha sido considerado como actor y/o tomador de decisiones y al que solo le queda adaptarse.
- En la zona de estudio es evidente una desproporcional diferencia de acción política y de inversión económica por parte del gobierno local y la banca privada en cuanto la tenencia de la tierra cambia de un estatus de propiedad social (ejidal) a uno privado (fraccionadores).
- La tendencia del proceso de cambio en la zona es que continúe la aceleración del crecimiento urbano, el cual podría incrementarse y/o desvirtuarse, en términos de conservación del bosque, bajo los supuestos de la apertura de nuevos accesos viales y/o una crisis económica.
- Existe la tendencia marcada de la población (original y actual) a diferenciarse espacialmente en clases socioeconómicas.
- El uso del suelo tiende a cambiar todas las coberturas, casi en su totalidad, en “habitacional urbano” a excepción de la cobertura boscosa que se ha reducido a valorarse solo como “recurso escénico” (Se) dentro de la categoría de servicio ambiental indirecto (ver tipos de uso de suelo en el capítulo I).

✚ Con respecto a la metodología empleada se concluye:

- Al menos alguno de los tres modelos resultantes en el capítulo III se adecuó a la expectativa de crecimiento urbano concebida por los tres entrevistados para el 2015.



- Ante la posibilidad de otros escenarios, los entrevistados concibieron que con cambios en los datos y la misma metodología estos pueden ser modelados.
- El principal aporte de la metodología de modelización es que el que puede expresar espacialmente un escenario futuro, con cierto grado de certidumbre, permitiendo evaluar mejor el impacto, el efecto o las consecuencias de las acciones y factores (variables) que afectan los procesos de cambio.
- Aunque no necesariamente como una limitante, debe considerarse que en la metodología la elección, manejo y ponderación de las variables, pueden tener, si así se considera (como en este caso de estudio), cierta carga subjetiva, misma que puede variar según quien la realiza. Esto considerando que a pesar de la validación realizada, puede darse el caso de que el resultado sea semejante con la realidad, pero no con el real comportamiento y ponderación de las variables, así como cuando la variación del orden, el valor y cantidad de los números en una suma pueden dar un mismo resultado.
- Es posible y recomendable que para efectos de planificación participativa, la elección, manejo y ponderación de las variables se realicen de manera abierta, de modo que se prueben y evalúen las diferentes posturas al respecto.
- La metodología de modelización presentada en este estudio se plantea como una buena herramienta para el apoyo en la toma de decisiones, que puede evaluar hipótesis geográficas con resultados espacializados y georeferenciados.
- La metodología puede ayudar a entender mejor el comportamiento de las variables que afectan los cambios y además puede complementarse perfectamente con otras metodologías de la sociología, economía y antropología u otras metodologías de modelización como los Basados en Agentes.



DISCUSION Y CONCLUSIONES GENERALES

1. Discusión y conclusiones generales

Aunque la definición conceptual de lo urbano y lo rural han resultado difíciles para la geografía, conceptos como el rururbano, periurbano y urbano-rural, tomados aquí como equivalentes, han resultado de utilidad para definir a nuestra zona estudio (Barros, 1999). En pocas palabras nuestra zona de estudio puede ser descrita como un espacio situado en las proximidades de una ciudad caracterizada por una mezcla de elementos del paisaje rural (parcelario agrario, huertas o casas de labranza) y otros generados por la urbanización, que implican infraestructuras y equipamientos voluminosos (Grupo ADUAR, 2000).

Tal como esquematiza Henríquez en el (2007), fueron necesarias cuatro etapas en el proceso de modelización:

- 1) Para saber como el sistema trabaja se necesita describirlo, que consistió básicamente en la caracterización de cobertura vegetal y uso de suelo.
- 2) Para evaluar el paisaje se necesita saber como trabaja como proceso, de ahí el análisis de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo.
- 3) Para poder especificar los cambios potenciales se necesita evaluar las condiciones actuales, que consistió básicamente en la búsqueda de información documental y espacial de nuestra zona de estudio (variables que controlan los cambios).
- 4) Para simular los cambios se necesita especificar (o diseñar) los cambios; Para poder comparar alternativas se necesitan predecir los impactos de los cambios simulados; y por último para decidir un cambio se necesita comparar las alternativas. Que abarcaron las fases de calibración, validación de los tres escenarios resultantes y su comparación en el último capítulo.

En el estudio quedo expuesta que la mayor influencia en los cambios de cobertura vegetal y uso de suelo en nuestra zona de transición, están dados en la actualidad (y en incremento) por el proceso de urbanización, que de acuerdo a los antecedentes y al análisis que se realizó en el capítulo IV, coinciden muy bien con el modelo del desarrollo urbano para Latinoamérica propuesto por Borsdorf (2003).

De acuerdo al modelo de Borsdorf (2003) la intensificación de la segregación socio-espacial bajo la forma de los barrios cerrados, es muy significativa para la ciudad contemporánea. Donde la ciudad de Morelia cumple con el desarrollo de una ciudad típica latinoamericana, que dentro de este modelo teórico puede ser descrita en la actualidad como una ciudad en proceso de fragmentación.

Entendemos fragmentación como una nueva forma de separación de funciones y elementos socio-espaciales, ya no -como antes- en una dimensión grande (ciudad rica-ciudad pobre, zona habitacional-zona industrial), sino en una dimensión pequeña. Elementos económicos y barrios habitacionales se dispersan y mezclan en espacios pequeños: urbanizaciones de lujo se localizan en barrios muy pobres; centros de comercio se emplazan en todas partes de la ciudad; barrios marginales entran en los



sectores de la clase alta. Este desarrollo se hace posible solamente a través de muros y cercos, barreras con que se separan y aseguran contra la pobreza las islas de riqueza y exclusividad (Borsdorf, 2003).

Según este modelo la fase de fragmentación está simbolizada por la libre distribución de zonas industriales, por la localización de centros comerciales en toda la ciudad, orientados a las autopistas intraurbanas y aeropuertos y por la presencia de barrios cerrados en todo el perímetro urbano (Borsdorf, 2003).

Este es pues el contexto de crecimiento urbano que influye en nuestra zona de estudio que le otorgan gran dinamismo y complejidad contextual y espacio temporal a nuestra zona de transición, que tal como se evidenció en los primeros capítulos fue en principio predominantemente rural (1969) y fue apenas alrededor del año de 1995 que comenzó a cambiar aceleradamente a un área urbana con las características de fragmentación ya mencionadas.

A nivel general, los modelos de cambio de uso de suelo actualmente existentes exhiben una excesiva especialización en los procesos matemáticos e informáticos, dejando de lado importantes aspectos como la justificación e implicaciones sociales (Henríquez, 2007).

En el proceso de esta investigación estas implicaciones se fueron apreciando en la relación de los cambios de la cobertura vegetal y el uso de suelo con el acontecer social, político y económico del territorio y en las variables que controlan esos cambios, como expresión de los instrumentos político – institucionales que determinan la dinámica actual del territorio. De esta manera se puede entender, como las diferencias en las valoraciones de la cobertura vegetal y uso del suelo por parte de la sociedad pueden incidir sobre la misma en su permanencia, revegetación o desaparición. Al mismo tiempo que pueden representar cambios en la tenencia de tierra como en la inversión (también privada) y la política pública, algo que de modo indicativo fue revisado en el capítulo IV de este estudio.

En nuestro caso la relación (geográfica y estadísticamente correlacionada) entre la *tenencia de la tierra* (predominantemente de propiedad ejidal), con la *infraestructura programada* por los fraccionamientos (conjuntos habitacionales) y las *áreas proyectadas para urbanizar* hasta el 2015 por el ayuntamiento de la ciudad de Morelia, junto a las *vías programadas* para el mismo año, son las principales variables que controlan los cambios y determinan la dinámica de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo en nuestra zona.

Si relacionamos estas variables que controlan los cambios con los instrumentos políticos e institucionales vemos claramente que estos corresponden con el programa federal *PROCEDE*, el cual en la actualidad es fuertemente cuestionado por su falta de transparencia con comunidades y ejidos y su vinculación con intereses privados no solo a nivel nacional (Ribero, 2009) e inequívocamente con el actual *Plan de Desarrollo Municipal del Ayuntamiento de Morelia* (A de M, 2007), movilizado amplia y fuertemente por los intereses privados y las inversiones públicas en materia de permisos e infraestructura (León, 2007)

Por lo tanto la idea de un crecimiento desordenado y aleatorio no es compatible con los resultados de esta investigación. Existen patrones espaciales fuertemente marcados que pueden explicar la tendencia y la velocidad de los cambios, que a su vez pueden ser explicados por el contexto socioeconómico local.



Esta dinámica repercute en problemas ambientales serios en la ciudad de Morelia (actual y en crecimiento), relacionados especialmente con el abastecimiento de agua y desastres naturales por inundaciones (León, 2007). Los cuales en nuestra zona se proyectan de modo preocupante para el 2015, esto sin analizar la pérdida de biodiversidad descrita en el primer capítulo vinculada a la pérdida de cobertura vegetal.

Sin embargo las consecuencias de esta fuerte dinámica de cambio se visualizan apenas cuando el problema se constituye en el contexto urbano de la ciudad y se olvida el origen del problema en el ámbito rural y las consecuencias desastrosas que ha tenido y tienen con estas poblaciones, con sus recursos y su forma de vida.

El uso de modelos predictivos para la generación de escenarios futuros de cambios de uso del suelo, en el contexto de la planificación territorial, representa una importante oportunidad para anticipar, prevenir y mitigar dinámicas insostenibles de las actuales formas de crecimiento de algunas ciudades (Henríquez, 2007)

Tanto el análisis de cambio y luego el modelo proyectivo pueden evidenciar (con diferentes aproximaciones) las consecuencias de estos cambios en el paisaje. Al igual que como implícitamente se hizo en este estudio, estos pueden ayudar a monitorear y evaluar el impacto de la planificación del territorio, con respecto al plan de desarrollo urbano del municipio de Morelia. De esta manera la sociedad en su conjunto (urbana y rural) puede asumir con mejores posibilidades lo que en la actualidad es difícil de manejar.

De hecho las proyecciones en los tres escenarios resultantes del proceso de modelización, son congruentes con lo planificado y especializado en el plan de desarrollo urbano de la ciudad de Morelia. Por lo tanto la planificación del territorio fue efectiva pero no consideró los factores ambientales ni la participación del espectro de la sociedad involucrada. Algo que puede ser facilitado usando las herramientas utilizadas en esta investigación.

Estas herramientas se están comenzando a utilizar en la planificación del territorio. En Europa un interesante ejemplo lo constituye el proyecto Monitoring Land Use Cover Dynamics (MOLAND) coordinado por el Instituto para el Ambiente y Sustentabilidad del Centro Conjunto de Investigación (Joint Research Center) de la Comisión Europea. Dicho proyecto tiene como objetivo proveer de información actualizada, estandarizada y comparable del uso de suelo pasado, presente y futuro (Barredo, 2006)

Si bien existen en la actualidad varias metodologías y plataformas para la modelización proyectiva del cambio de cobertura vegetal y uso de suelo, sus posibilidades en México apenas se están explorando. Estos esfuerzos lo constituyen las investigaciones de Galán (2006), con su modelo de regresión lineal, Serrano (2006) con su propia metodología computacional basado en autómatas celulares y la de Cuevas (2008), con un modelo basado en la transición espacial con autómatas celulares.

Aunque en general es conocida la potencia de los modelos basados en transiciones espaciales y autómatas celulares, en el software DINAMICA la estructuración del modelo puede ser muy diversa, lo que le da gran facilidad de adaptarse a los cambios propios de la dinámica espacio temporal en el territorio, pero por lo mismo otorga una gran complejidad a la conceptualización, elección y análisis del comportamiento de las



variables que controlan los cambios. En nuestro caso específico, esto se vio reflejado en las adaptaciones que se hicieron para la formulación de los distintos escenarios prospectivos.

Para Santos (2000), el tiempo y el espacio son fundamentales para comprender los patrones espaciales del crecimiento urbano, ya que cada período histórico genera estructuras espaciales representadas por técnicas y objetos característicos de ese tiempo y formas de acción. Señala que los objetos técnicos creados desarrollan una organización social y geográfica característica en cada momento histórico que se plasma en el espacio como una segunda naturaleza. El espacio geográfico, por tanto, es imposible de entender sin considerar la inseparabilidad de los objetos y de las acciones.

Es por esto, que el diseño de nuestro modelo proyectivo responde a las condiciones locales de nuestra zona de transición y a la dinámica de su contexto en particular. Lo que condiciona la vigencia del modelo proyectivo a la capacidad de adaptabilidad que puedan tener las variables seleccionadas, sus pesos de evidencia, tasas de cambio, la interacción entre ellas y su forma de expresión espacial. Por lo tanto aplicaciones equivalentes pueden ser resueltas tomando como base la metodología planteada en este estudio.

Por otro lado, resulta más fácil asociar adecuadamente los escenarios proyectivos resultantes con el contexto local, por que el modelo cuenta con un proceso de validación robusto, que verifica la tendencia y exactitud de los cambios (comparándola con la realidad) en diferentes grados de aproximación y bajo diferentes hipótesis. Esto es realizable de manera sencilla en la plataforma de DINAMICA, permitiendo hacer ajustes continuos al modelo y probando diferentes posibilidades.

Es importante abordar la problemática de cambio en nuestra zona entendiendo que las actuales políticas de control y planificación urbana han sido determinadas o condicionadas por los intereses privados en el que accionar público ha actuado como facilitador, planificación que constantemente evade los límites de crecimiento urbano, estructurando una ciudad cada vez más vulnerable y no sustentable desde una perspectiva espacial, social y ambiental.

Finalmente esta problemática no puede ser resuelta con una propuesta metodológica, es esencialmente un problema económico con expresiones políticas, pero pueden ser evidenciadas y analizadas por la sociedad con la ayuda de las metodologías utilizadas en esta investigación, pero que en definitiva requieren la participación de todos los actores sociales, con especial énfasis en los de naturaleza rural si es que se quiere abordar la misma con un enfoque preventivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilera Benavente, F. 2006. Predicción del crecimiento urbano mediante sistemas de información geográfica y modelos basados en autómatas celulares, *GeoFocus* (Artículos), n°6, p. 81-112. ISSN: 1578-5157. www.geo-focus.org esta disponible en línea.
- Almeida, C.M., 2003: Modelagem da Dinâmica Espacial como uma Ferramenta Auxiliar ao Planejamento: Simulação de Mudanças de Uso da Terra em Áreas Urbanas para as Cidades de Bauru e Piracicaba (SP), Brasil, Tesis de doctorado, INPE, São José dos Campos, Brasil, 351 p. disponible en línea: http://lagavulin.itid.inpe.br/geu/Teses%20de%20Doutorado/Tese_Claudia_Almeida.pdf
- Anderson, J.R., E.E. Hardy, J.T. Roach y R.E Witmer, 1976. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Geological survey professional paper 964, Washington: 27 pp.
- Arreygue-Rocha E. 2007. Evaluación de las Constantes Inundaciones en la Ciudad de Morelia, Michoacán, México, Octavo Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica Cusco-Peru
- Ávila, P. 2007. Informe Macropoyecto Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano-Procesos Sociales Sustentabilidad Urbano-Ambiental de Morelia. Morelia-Michoacán.
- Ayuntamiento de Morelia. 2004. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia. A. d. M. Michoacán. Inédito.
- Barredo J. I, Demicheli, L, Lavalle, C, Kasanko, M, y McCormick, N. 2004. Modelling future urban scenarios in developing countries.: an aplicacion case study en Lagos, Nigeria, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32, pp. 65-84.
- Barredo, J.2006. Urban scenario modeling and forecast for sustainable urban and regional planning. *GIS for Sustainable Development*. M. CAMPAGNA. Boca Raton, CRC Press, Taylor & Francis Group. pp 329-345.
- Barros. 1999. De rural a rurubano: Transformaciones territoriales y construcción de lugares al sudoeste del área. *Scripta Nova Revista electrónica de Geografía y Ciencia Sociales*. Universidad de Barcelona. Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/sn-45-52.htm>
- Batty, M. 1997. Urban systems as cellular automata, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24, pp. 159-164.
- Berling-Wolf, S. y Wu, J. 2004. Modelling urban landscape dynamics: A review, *Ecological Research*, 19, pp. 119-129.
- Bocco, G., M. Mendoza, A. Velázquez y M. A. Torres. 1998. Forest cover change in Mexico. *Journal of Soil and Water Conservation*. 52(2):164.
- Bonham-Carter, G. F. 1994. *Geographic Information Systems for Geoscientists Modelling with GIS*. Ontario: Pergamon,.

Borsdorf, A. 2003. Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. EURE (Santiago) , Santiago, v. 29, n. 86, . Disponible em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612003008600002&lng=es&nrm=iso>.

Castella, J; Verburg, P.2007. Combination of process-oriented models of land change in a mountain area of Vietnam, ELSEVIER, p. 1-11.

Constanza, R., 1989. Model goodness of fit: a multiple resolution procedure. Ecological Modelling, v.47, p.199-215.

Conway, J. H. 1970: Regular machines and regular languages

Cuevas, G. 2008. Aplicación de un modelo espacial para la elaboración de escenarios de uso/cobertura del suelo en La Huacana, Michoacán. Tesis de Maestría en Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.

Druck-Leon, C. 2007. Presentan Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de Morelia. La Jornada Michoacán. Morelia-Michoacán.

es.wikipedia.org. 2007, 24/X/2007. Wikipedia La Enciclopedia libre-Morelia. 2007.

Galán, J; López, A; Martínez R. 2006: "Modelado y simulación basada en agentes con SIG para la gestión de agua en espacios metropolitanos", X Congreso de Ingeniería de Organización, p. 1-10.

Grupo ADUAR, Zoido, F; dela Vega, S; Morales, G.; Mas, R y Lois, R. 2000. Diccionario de geografía urbana, urbanismo y ordenación del territorio. Editorial Ariel, S.A. Barcelona, p. 327

Henríquez y Azocar, Gerardo. 2007. Propuesta de Modelos Predictivos en la Planificación Territorial y Evaluación de Impacto Ambiental, Scripta Nova ,Universidad de Barcelona

Kummer, D.M. y B.L. Turner II, 1994. The human causes of deforestation in Southeast Asia. BioScience 44, 5: 323-328.

Lambin, E.F., 1997. Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. Progress in Physical Geography 21, 3:p. 375 - 393.

Larazzabal, A. 2006. Modelo de Procesos de Cambio. In Y. Q. Ortuño (Ed.). Morelia. SEMARNAT. 2003. Compendio de estadísticas ambientales 2002: SEMARNAT.

Lee, H., J. L. Carr y A. Lanckerani, 1995. Human disturbance and natural habitat: a biome level analysis of a global data set". Biodiversity and Conservation 4: 128-155

León, G., 2007. "La obra pública en Morelia favorece el interés empresarial: David Barkin". La Jornada Michoacán

López-Granados, M. E. 1999. Cambio de uso de suelo y crecimiento urbano en la ciudad de Morelia. Facultad de Biología,. Morelia, Michoacán, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Maestría en Ciencias en Conservación y Manejo de Recursos

Naturales: 134.

Masera, O.R. 1996. Desforestación y Degradación Forestal en México. Documentos de Trabajo No. 19, GIRA A.C. Pátzcuaro, México. (enero)

Masera, O.R., M.J. Ordoñez, and R. Dirzo, 1997. Carbon emissions from Mexican Forests: Current Situation and Long-term Scenarios, *Climatic Change*:p. 265-295.

Medina, C. 2000. Flora del Río Chiquito Morelia, Michoacán, México. 1,2,3 y 4.

Medina, C., & Roriguez, S. L. 1993. Estudio Florístico de La Cuenca del Río Chiquito de Morelia, Michoacan, México (Vol. IV). Morelia, Michoacan: Instituto de Ecología A.C.

Mendoza, E., 1997. Análisis de la deforestación en la Selva Lacandona: patrones, magnitud y consecuencias. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM: 95 p.

Poder Ejecutivo Federal. 1999. Programa Nacional de Acción Climática. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 189 p. (Documento para consulta pública).

Miceli, J; Gerrero, S; Quinteros, R; Díaz, D; Jordan, M; Castro, M. 2006: Teorías de la Complejidad y el Caos en Ciencias Sociales. Modelos Basados en Agentes y Sociedades Artificiales, Facultad de Filosofía y letras, Universidad de Buenos Aires.

Palacio-Prieto, J. L.; G. Bocco; A. Velázquez, J. F. Mas; F. Takaki-Takaki; A. Victoria; L. Luna-González; G. Gómez-Rodríguez; J. López-García; M. Palma; I. Trejo-Vázquez; A. Peralta; J. Prado-Molina; A. Rodríguez; R. Mayorga-Saucedo y F. González. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Nacional Forestal 2000. *Investigaciones Geográficas* 43:p.183-203.

PROCEDE. 2007. Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares - Procedimiento General Operativo 2007.

Ramirez, G. 2002. Evaluación del Cambio de Uso de Suelo y La Vegetación en el estado de Oaxaca Mediante Métodos de Percepción Remota.

Ribero, S. 2009. Geopiratería Militar: David Barkin". Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2009/03/28/index.php?section=opinion&article=024a1eco>.

Santos, M. 2000 La naturaleza del espacio. Barcelona, Editorial Ariel, S.A.

SARH. 1994. Inventario Nacional Forestal Periódico, Memoria Nacional. Publicaciones de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. SARH, México: 81

Secretaría de desarrollo urbano y medio Ambiente Municipal, S. 2004. El Mosaico del Municipio de Morelia. Unpublished manuscript.

Serrano, 2006. Simulación de un Sistema Urbano Usando Autómatas Celulares, Universidad Nacional Autónoma de México.

Skole, D.L., H. Chomentowski, W.A. Salas y A.D. Nobre, 1994. Physical and human

dimensions of deforestation in Amazonia. *BioScience* 44, 5:p. 314-322.

UMSNH. 2007. *Antecedentes Históricos 2007*, Morelia Michoacán

Vargas-Uribe, G. 2008. *El Proceso de Urbanización y la Configuración Territorial del espacio Urbano-Rural de la Región Morelia Morelia-Michoacán.*

Velázquez, A., J. F. Mas. 2002. *Patrones y Tasas de Cambio de Uso de Suelo en México. Gaceta Ecológica* 62:p. 2 -37.

Velázquez, A., Mas, J. F., Dáz-Gallejos, J. R., Mayorga-Saucedo, R., Alcántara, P. C., Castro, R., et al. 2002. *Patrones y Tasas de Cambio de Uso de Suelo en México. Gaceta Ecológica*, 62,p. 2-37.

White, R y Engelen G. 2000. *High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems, Computers, Environment and Urban Systems*, 24: p. 383-400.

White, R; Engelen, G. 1997. *Cellular automata as the basis of integrated dynamic regional modelling*", *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24, pp. 235-246

wikipedia.org/wiki/Imagen:GameOfLife_Glider_Animation.gif. 2007, 24/X/2007. "Wikipedia La Enciclopedia libre-Juego de la Vida." 2007.

www.cerroverde.com.mx. 2007. "Fraccionamiento Ecológico Cerro Verde." 2007.

ANEXOS

ANEXO CAPITULO I-A
DICCIONARIO DE CATEGORÍAS DE COBERTURA JESUS DEL MONTE.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción

I. Formación “Cultivos”

II. Formación “Bosques”

III. Formación “Selvas”

IV. Formación “Matorral”

V. Formación “Pastizal”

VI. Formación “Otros Tipos de Coberturas”

Introducción

La cartografía de la cobertura de vegetación generada a través del diagnóstico para la Cuenca del Río Chiquito, se basó en una leyenda estructurada jerárquicamente que fue similar a la usada por (Ramirez, 2002) y corregidas y complementadas por (Medina & Roriguez, 1993), (Medina, 2000) y (Secretaría de desarrollo urbano y medio Ambiente Municipal, 2004). El primer nivel jerárquico correspondió a ocho grandes "Formaciones", a su vez, cada formación se dividió en distintos "Tipos de Vegetación y Usos de Suelo". En cada uno de los "Tipos de Vegetación y Usos de Suelo" se incluyó un nivel de agregación inferior que fueron las "Comunidades y Otras Coberturas". A su vez, todas las comunidades de las formaciones "Bosques", "Selvas" y "Matorrales" presentaron dos "Subcomunidades": una, con vegetación primaria (arbórea, arbustiva y herbácea) y otra, de vegetación secundaria (arbustiva y herbácea). Las "Comunidades y Otras Coberturas", fueron las unidades básicas de trabajo para la elaboración de la cartografía y la verificación bibliográfica de acuerdo a (Medina, 2000) y (Medina & Roriguez, 1993).

La estructura jerárquica donde se ubican las "Formaciones", "Subformaciones", "Tipos" y "Comunidades y Otras Coberturas", es mostrada de manera detallada a continuación, con la idea de facilitar su consulta y tener información específica para la cuenca del Río Chiquito.

I. FORMACIÓN "CULTIVOS"

GENERAL

Los cultivos son extensiones de terreno utilizadas para labores agrícolas, ganaderas (potreros), forestales o ambas. En la Cuenca del Río Chiquito, esta formación se extiende en poco más del % del territorio y consiste básicamente en dos tipos de prácticas agrícolas, con sus correspondientes adaptaciones: la de temporal y la de riego. Aunque la principal diferencia entre ambas está relacionada al suministro del agua que requieren las plantas del cultivo, también hay variaciones en su extensión, el tipo de cultivos, la tecnificación y los rendimientos que generan.

En la Cuenca del Río Chiquito , predomina la actividad agrícola de temporal, principalmente de cultivo de maíz, la cual opera como una práctica preferentemente anual o bianual, de bajo rendimiento y que sólo permite la subsistencia de la mayoría de los pobladores de las zonas montañosas y marginadas. De manera breve, a continuación se dan especificaciones de las distintas prácticas de cultivo en la Cuenca del Río Chiquito.

AGRICULTURA DE TEMPORAL (10)

Es aquella práctica de cultivo, donde el suministro de agua depende del agua que se precipita en forma de lluvia, rocío y niebla, así como de la capacidad del suelo para retener la humedad.

AGRICULTURA DE TEMPORAL

En este tipo de agricultura son frecuentes los cultivos anuales como el maíz, el frijol, el haba y el chícharo. La agricultura de temporal es considerada de alto riesgo por que depende de la precipitación y ésta, en el Estado es irregular espacial y temporalmente; razón por la que no siempre, en el mismo lugar, se pueden obtener cosechas adecuadas.

PLANTACIÓN FORESTAL (12)

Son coberturas de vegetación de especies arbóreas, usualmente de la misma especie, nativas o introducidas, que se establecen por el hombre, en terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal. En general, se caracterizan por la distribución regular de los árboles y por formar masas coetáneas.

PLANTACIÓN FORESTAL

En la Cuenca del Río Chiquito las plantaciones forestales no ocupan grandes extensiones, pero en la parte baja de la cuenca es frecuente observar parcelas de eucaliptos de aproximadamente una hectárea y otras como Cupressus.

I. FORMACION “BOSQUES”

GENERAL

Los bosques integran un conjunto amplio de comunidades perennifolias o caducifolias, cuyos doseles se componen predominantemente de árboles. Esta formación representa cerca del % de la

superficie de la Cuenca del Rio Chiquito y , ocupa un amplio rango altitudinal, que va desde 2,000, hasta más de 2,500 msnm.

Florísticamente, incluyen elementos de afinidad Neártica (de los géneros *Quercu* y *Pinus*) y Neotropical (típicamente latifoliadas); sin embargo, la predominancia de unos u otros, varía en función de factores climáticos, altitudinales, biogeográficos y de explotación (uso y manejo). En la Cuenca del Rio Chiquito la diversidad de especies en el dosel varía y en la proximidad de zonas secas es baja (dominada por cuatro o cinco especies). Sin embargo, los bosques situados en zonas muy húmedas (incluyendo los bosques de coníferas y latifoliadas) tienen un dosel sumamente rico en especies . A diferencia del dosel, y también con excepción de los bosques de pino de alta montaña, el sotobosque de las comunidades de esta formación, generalmente es rico en especies.

A continuación, se caracterizan los “Tipos de Vegetación” dentro de la formación “Bosques” y a manera de fichas, se describen las comunidades en que se subdivide cada tipo de vegetación.

CONIFERAS (13).

Los bosques de coníferas forman comunidades de carácter perennifolio, dominadas por árboles con frutos en forma de cono y hojas aciculiformes o escuamiformes (gimnospermas). Comúnmente, estos bosques se desarrollan como masas forestales densas de más de 20 m de altura, aunque también forman comunidades relativamente abiertas y de menor altura (15 m). Florísticamente, se trata de bosques con elementos que son predominantemente de afinidad neártica, altamente diversos y heterogéneos, en cuanto a sus características estructurales y de composición. Algunos pinares de carácter tropical, colindantes con las selvas y que no están dentro del área de estudio, están compuestos de *Pinus oocarpa*.

BOSQUE DE PINO.

Comunidad	BOSQUE DE PINO
Afinidad Florística	Neártica
Fisonomía	Los bosques de pino son aciculifolios, con los troncos generalmente rectos y una copa que visualmente es característica por su forma más o menos hemisférica. Los pinares de tipo templado y tropical son comunidades más o menos abiertas con abundantes arbustos de hojas gruesas y coriáceas.
Fenología	Perennifolia.
Estructura	En la Cuenca del Río Chiquito, los pinares son florísticamente diversos. Aunque la densidad de estos bosques es variable (pueden ser cerrados hasta francamente abiertos), es común observarles un aspecto moderadamente abierto. En ellos, las trepadoras altas y leñosas son escasas o ausentes, al igual que las epífitas vasculares.
Taxa Característicos	En los pinares abundan distintas especies de pinos como <i>Pinus montezumae</i> aff. <i>macrocarpa</i> , <i>P. patula</i> , <i>P. pseudostrobus</i> , <i>P. Michoacana</i> y <i>P. teocote</i> . Los cuales comúnmente están junto a especies como <i>acuminata</i> ssp, <i>Alnus arguta</i> , <i>Arbutus tersellata</i> , <i>A. xalapensis</i> , <i>Clethra</i> sp., , <i>Quercus magnoliifolia</i> , , <i>Q. crassifolia</i> , <i>Q. laurina</i> , <i>Q. acutifolia</i> y <i>Q. rugosa</i> . C, Pm, Ple, Pt (i) ¹
Vegetación secundaria	No existen datos que indiquen la composición de la vegetación secundaria para los pinares de la Cuenca del Río Chiquito; aunque se sabe que su perturbación comúnmente favorece a distintos tipos de pastizales o zacatonales, donde predominan especies de los géneros, <i>Baccharis</i> , <i>Ceanothus</i> , <i>Crataegus</i> , <i>Mimosa</i> , <i>Quercus</i> , <i>Senecio</i> , <i>Verbesina</i> y <i>Zexmenia</i> .
Localidades	
Otros datos	La superficie que ocupa es cercana al % del territorio de la Cuenca del Río Chiquito. En los pinares en general, pero especialmente en los de carácter tropical, la tala, el fuego (como práctica regular de manejo) y el pastoreo son los principales factores de alteración antrópica.

¹ Se refiere a las claves de las especies características identificadas en la verificación de campo según (Medina, 2000) y (Medina & Roriguez, 1993)

CONÍFERAS-LATIFOLIADAS (14).

Este tipo de vegetación se caracteriza por presentar distintas especies de árboles con estructuras reproductivas en forma de conos y hojas aciculiformes (gimnospermas), junto con árboles de hojas ancha (latifoliadas), básicamente se trata de la interacción de especies de pino y encino. Estructuralmente, estos bosques presentan un estrato emergente de pinos y otro más bajo de latifoliadas. Aunque el componente arbóreo es preferentemente de afinidad neártica, son comunes los elementos de afinidad neotropical en los estratos inferiores.

Debido a que ambos grupos de árboles (coníferas y latifoliadas) comparten requerimientos ecológicos similares, frecuentemente interactúan a manera de bosques mixtos; por lo que, es común que estos bosques coinciden en su distribución en los macizos montañosos de la Cuenca del Río Chiquito, donde se registran los pinares y los encinares.

En este tipo de vegetación se distingue dos comunidades: el bosque bajo abierto (esta comunidad se reporta para la Cuenca del Río Chiquito) y el bosque de pino-encino, en éste último, el nombre no hace referencia a la dominancia de uno u otro grupo de árboles.

BOSQUE DE PINO-ENCINO.

Comunidad	BOSQUE DE PINO-ENCINO*
Afinidad Florística	Neártica y Neotropical.
Fisonomía	Se aprecia una clara mezcla de árboles aciculifolios y latifoliados, pero los primeros se distinguen por presentar troncos rectos y los segundos muestran abundantes ramificaciones desde muy abajo, principalmente por efectos del leñeo.
Fenología	Los pinos son perennes y los encinos, pueden ser perennifolios o caducifolios; por lo que, en la época de secas aparece el mayor contraste en el follaje.
Estructura	Se presenta un estrato arbóreo que forma un continuo con el arbustivo, en ambos las especies predominantes pertenecen a los géneros <i>Pinus</i> y <i>Quercus</i> .
Taxa Característicos	Las especies más importantes en los bosques de pino-encino de la Cuenca del Río Chiquito son: <i>Pinus leiophylla</i>, <i>P. michoacana</i>, <i>P. pseudostrobus</i>, <i>P. rudis</i>, <i>P. teocote</i>, <i>P. tenuifolia</i>, <i>Quercus acutifolia</i>, <i>Q. castanea</i>, <i>Q. crassifolia</i>, <i>Q. laurina</i>. También es común encontrar árboles de <i>Alnus arguta</i>, <i>Acuminata</i> ss, <i>Arbutus xalapensis</i>, <i>Arctostaphylos pungens</i>, y <i>Cleyera theaeoides</i>. Ca, Cm, Fsp, Qca, Qcr, Qf, Pl, Pm, Ple (i)
Vegetación secundaria	
Localidades	
Otros datos	Los bosques de pino-encino ocupa el % del territorio de la Cuenca del Río Chiquito. frecuentemente son clareados para introducir cultivos y ganado, también es frecuente la

explotación local de su madera para la construcción y leña.

* El nombre de la comunidad no corresponde de manera estricta a la dominancia de uno u otro género.

LATIFOLIADAS (20).

Este tipo de vegetación se caracteriza por la dominancia de árboles de hoja ancha (latifoliadas), principalmente del género *Quercus*. Los bosques de latifoliadas y sus comunidades denominadas encinares, al igual que los pinares, ocupan áreas de la Cuenca del Río Chiquito.

Generalmente, los encinares se ubican por debajo de la franja altitudinal de los pinares; sin embargo, en la Cuenca del Río Chiquito algunas veces su disposición llega a ser invertida. Las principales problemáticas de perturbación de estas comunidades son actividades antrópicas relacionadas a la ganadería extensiva, la extracción de leña y la producción de carbón, todas ellas sólo de impacto local.

BOSQUES DE ENCINO

Comunidad	BOSQUES DE ENCINO
Afinidad Florística	Neártica.
Fisonomía	Los encinares de la Cuenca del Río Chiquito son comunidades fisonómicamente muy variables, cuyo atributo común más importante son las hojas latifoliadas, generalmente gruesas y duras (lo que no ocurre con muchas especies de climas húmedos), ya que su tamaño va desde muy pequeñas hasta hojas relativamente grandes, como en los encinares de climas húmedos. Los árboles usualmente son muy ramificados y con copas densas, pero los troncos pueden ser rectos o retorcidos y con altura muy variable. El dosel, en varios casos, forma bosques cerrados con árboles altos de troncos rectos, pero en otros su apariencia es de bosques con un dosel abierto y árboles bajos.
Fenología	En su mayoría, los encinares son deciduos durante la estación de secas, pero también los hay tendientes a un carácter perennifolio. Esto ocurre principalmente en los encinares de las partes altas de las Sierras.
Estructura	El estrato arbóreo presenta alturas entre 4 y hasta 20 m (50), según las condiciones donde se desarrolle. Los bosques bajos poseen un sólo estrato arbóreo, mientras que en los más altos pueden distinguirse dos o tres estratos. También hay uno o dos estratos arbustivos y uno herbáceo que puede estar o no presente, según la densidad del dosel. Aunque una especie puede formar masas puras, frecuentemente la dominancia se reparte entre varias especies del género <i>Quercus</i> . Generalmente, estos bosques se reconocen como buenos hospederos de epífitas (desde líquenes y musgos hasta fanerógamas de gran tamaño) y en ellos son frecuentes las trepadoras.
Taxa Característicos	<i>Entre las especies más citadas se encuentran: Quercus castanea, Asimismo, en el subdosel son comunes pequeños árboles y arbustos esclerófilos de las especies: Arbutus xalapensis, Arctostaphylos,</i>

	A. pungens, Ceanothus. Eco, Osp, Ca, Cm, Ssp, Qca, Qo, Cp, Aa, L
Vegetación secundaria	Las comunidades secundarias derivadas de los bosques de encino, al igual que la vegetación primaria, también son muy diversas y se han estudiado poco; por lo que sólo se dispone de conocimientos fragmentarios al respecto. De los numerosos tipos de matorrales que se originan como consecuencia de la destrucción de los encinares existen especies como, <i>Acacia farnesiana</i> , <i>A. pennatula</i> , <i>Ceanothus</i> sp., <i>Mimosa albida</i> , <i>Rhus</i> sp., <i>Verbesina sphaerocephala</i> , <i>V. greemnanii</i> , <i>Zexmenia greggii</i> .
...	
Localidades	
Otros datos	

III. FORMACIÓN “SELVAS”

GENERAL

Las selvas son comunidades arbóreas típicas de las regiones tropicales y se caracterizan por presentar distintas características fenológicas en el dosel, que van de perennifolias y subperennifolias, en ambientes más húmedos, a subcaducifolias y caducifolias en ambientes subhúmedos y semisecos. Esta formación, representa poco más del % de la Cuenca del Río Chiquito. Específicamente, ocupa amplias extensiones en la zona del barlovento.

La vegetación de las selvas es predominantemente de afinidad Neotropical; tanto en los estratos arbóreos, como los arbustivos y herbáceos, incluyendo a las lianas, trepadoras y epífitas, que son formas de vida características de esta formación. Las distintas comunidades de selvas la Cuenca del Río Chiquito, además de diversas, son estructural y florísticamente heterogéneas.

CADUCIFOLIA Y SUBCADUCIFOLIA (50).

Esta vegetación agrupa a tres comunidades arbóreas distintas, todas con elementos de afinidad neotropical. Se caracterizan por presentar una pérdida del follaje en la época seca del año, lo que comúnmente les vale la denominación de selvas secas. Al igual que otros tipos de vegetación, estas selvas son también altamente diversas y comúnmente incluyen distintos elementos xerofíticos. Estructuralmente, se aprecian como bosques densos a semiabiertos, con alturas no mayores a 15 m y con un sólo estrato arbóreo, que llega a presentar un continuo con los estratos arbustivos y herbáceos.

Además de la cantidad de precipitación, el carácter fenológico (pérdida del follaje), tiene una relación estrecha con la distribución de las lluvias a lo largo del año. Las selvas bajas caducifolias y subcaducifolias son un distintivo en cerca del % de la Cuenca del Río Chiquito.

SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y SUBCADUCIFOLIA.

Comunidad	SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y SUBCADUCIFOLIA
Afinidad Florística	Neotropical.
Fisonomía	El dosel es abierto o semiabierto, con árboles de baja estatura (entre 4-15 m), que en su mayoría carecen de espinas y que pierden su follaje en la época de secas. Los troncos comúnmente son de aspecto arbustivo, es decir, retorcidos y ramificados a baja altura.
Fenología	Pierde sus hojas entre 4 a 6 meses al año durante la época de secas, lo que le da un aspecto grisáceo, el cual contrasta notablemente con el verdor de la época de lluvias.
Estructura	La estructura vertical, comúnmente consiste de un continuo desde el estrato arbóreo al herbáceo, aunque el estrato herbáceo está pobremente representado. En términos de la composición son dominantes las especies con hojas compuestas de la familia Leguminosae, Burseraceae, Sapindaceae y Anacardiaceae. Las lianas y epífitas solamente abundan en condiciones locales, donde su desarrollo es favorecido y, en general, es característica la presencia de cactáceas y agaves en éste tipo de vegetación.
Taxa Característicos	La composición florística de estas selvas es variable de una región a otra, en cuanto a la composición y dominancia de especies arbóreas como xerofíticas. Sin embargo, de acuerdo a las dominancia, algunas especies características en el dosel son: Otros elementos comunes son: <i>Agave</i> y <i>Yucca</i> spp. G, Ly, Hm, Is, Ssp, Osp, Tt, Ec, Ia, Lm, Co, Af, Ap, Bsp, Qg, Sr, Sd, Sr, Tsp, Tt
Vegetación secundaria	La vegetación secundaria tiene un aspecto arbustivo y cerrado, donde comúnmente predominan distintas especies de acacias como <i>Acacia</i> spp entre otras.
Localidades	
Otros datos	Este tipo de comunidad abarca alrededor del % de la superficie de la entidad y es una de las que menor impacto humano ha tenido, en relación a otros tipos de vegetación. Esto, debido a que las condiciones de suelo y clima son poco propicios para la agricultura. No obstante, en algunas zonas es común la práctica de la ganadería extensiva y el pastoreo.

IV. FORMACIÓN "MATORRAL"

GENERAL

La formación "matorral" la Cuenca del Río Chiquito agrupa dos tipos de vegetación y cinco comunidades. Generalmente esta formación se integra de plantas arbustivas de hojas coriáceas y pequeñas, donde son frecuentes distintos elementos xerofíticos.

Los matorrales se componen de plantas caducifolias y subcaducifolias, así como de elementos inermes, subinermes o espinosos, cuya predominancia relativa varía de una comunidad a otra. Debido a la variedad en las formas biológicas de las plantas y su dominancia local, la fisonomía y

la estructura de los matorrales del Estado es diversa y varía estacionalmente de un sitio a otro, aún dentro de una misma región.

MATORRAL SUBTROPICAL (60).

Dentro de este tipo de vegetación los elementos mas comunes son: *Cederla dugessi* (nogalillo), *Eritrina coralloides* (Colorín), *Ehetia latifolia* (capulin blanco), *Brusera fagoroides*, *Brusera palmer*, *Brusera cuneata* (copal) *Brusea bipinnata* (papelillo o borrequilla), *Casimaroa edulis* (zapote blanco), *Ceiba aesculifolia* (puchote), *Ipomea murocoides* (casahuate), *Albizia pluriijuga* (parotilla), *Condalia velutina* (Grangena), *Opuntia sp.* (nopal), *Opuntia loconostle* (joconol), *Eysenhardtia polystachya*, *Ipomea murocoides*, *helicarpus teribinthadeus*, *Zantxylonfagara*, *Yuca sp.*, *Lysiloma sp.*, *Condalia velutina*, (grangeno), *Buddleia sessiflora*, *Croton sp.*, *Iresine sp.*, *Lantana camara*, *Limpia sp.*, *Mimosa aff. Monancistra*, *Forestiera aff. Phillyreoides*, *Ceiba aesculifolia* (puchote), *yuca filifera* (yuca), *Diospyros xolocotzii* (zapote prieto), se localiza entre los 1800 y 200 msnm, casi siepre sobre terrenos poco empinados muy pedregoso y sobre rocas volcánicas, se distribuye alrededor de todo el valle,; la mayoría de sus componentes son caducifolios 3 a 6 metros aproximadamente de altura. Se encuentra distribuido irregularmente el laderas y faldas de montañas, mezclado con pastizal inducido ((Secretaría de desarrollo urbano y medio Ambiente Municipal, 2004).

V. FORMACIÓN “PASTIZAL ”

GENERAL

Esta formación agrupa comunidades vegetales que sustentan una cobertura dominada por el estrato herbáceo, donde abundan las gramíneas (pastos o zacates) o plantas graminoideas. La formación "Pastizal" cubre gran parte de la Cuenca del Río Chiquito, y sus distintas comunidades y/o coberturas se localizan en las distintas partes de la Cuenca del Río Chiquito ; ello, en parte promovido por la influencia humana, por ejemplo, los procesos de deforestación. Aunque de manera natural el clima de los pastizales tiende a ser semiseco (BS), y hasta muy seco, también debido a que los pastizales comúnmente se encuentran en medio de otros tipos de comunidades, su estructura, su composición florística y su grado de conservación son muy variables.

PASTIZAL SECUNDARIO (ANTROPICO) (70).

El "Pastizal Secundario" agrupa dos coberturas de origen antrópico, el "Pastizal Inducido" y el "Pastizal Cultivado". La principal diferencia entre ambas, se refiere al manejo, los insumos y la intensidad de uso por el ganado. Florísticamente, se trata de comunidades relativamente pobres en cuanto a la riqueza de especies y, específicamente, en el pastizal cultivado prácticamente se trata de monocultivos de pasto con especies introducidas (comúnmente en los ambientes tropicales se

usan variedades africanas). Aunque en los pastizales antrópicos se pueden encontrar de manera silvestre elementos de afinidad neotropical y neártica, la dominancia de uno u otro, es variable entre distintas localidades. Los árboles y arbustos, cuando están presentes, comúnmente corresponden a individuos remanentes de la vegetación original o a especies de etapas sucesionales primarias.

PASTIZAL INDUCIDO

Comunidad vegetal compuesta de especies de pasto y herbáceas nativas, que se establece y prospera en terrenos donde se ha eliminado la vegetación primaria (bosque, selva, matorral u otro tipo) al establecer cultivos preferentemente anuales; en los cuales, al cesar la agricultura se introduce ganado. La presencia del ganado (ramoneo y pisoteo), junto con otras prácticas de manejo como las quemadas recurrentes y la tala de los renuevos sucesionales, limita la recuperación natural de la vegetación original y favorece la dominancia de algunas especies de gramíneas y otras herbáceas que sirven de forraje.

Se considera que en zonas de clima templado subhúmedo, los pastizales no se presentan de manera natural, pero el hombre ha propiciado el establecimiento de este tipo de comunidades para fines ganaderos.

VI. FORMACIÓN “VEGETACION HIDROFILA”

GENERAL

La formación de "Vegetación Hidrófila" incluye un tipo de vegetación del mismo nombre y tres comunidades de plantas; las cuáles, se desarrollan en zonas de transición entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos. Esta formación se encuentra rodeando ríos. Por ello, su rango altitudinal va desde 2000 hasta más de 2,200 metros.

Debido a que la vegetación hidrófila se encuentra a la orilla de los cuerpos de agua, tiene una función ecológica de amortiguamiento, al estabilizar los sedimentos que se acumulan en estas zonas y reducir la erosión de los bordes que rodean a los cuerpos de agua.

Aunque no existe una explotación forestal formal de estas comunidades en algunas zonas es una tradición importante el aprovechamiento con fines artesanales.

VEGETACION HIDRÓFILA (71).

La vegetación de galería es heterogénea y estrechamente relacionada a la vegetación circundante.

VEGETACIÓN DE GALERIA.

Comunidad	VEGETACIÓN DE GALERIA
Afinidad Florística	Neotropical y Neártica.
Fisonomía	Los árboles siempre verdes y relativamente más altos (variable) que la vegetación contigua, son el principal distintivo. Debido a que la humedad favorece la abundancia y desarrollo de arbustos, herbáceas y lianas, se aprecia en forma de franjas con vegetación exuberante, sobre todo cuando los cauces tienen flujo permanente.
Fenología	Predominantemente los árboles son perennifolios, aunque comúnmente están presentes algunos elementos deciduos y semideciduos.
Estructura	Estructuralmente, son comunidades complejas, con un estrato de árboles emergente y un continuo desde el dosel hasta el estrato herbáceo y con abundantes lianas. Asimismo, presentan una gran riqueza florística principalmente a nivel del estrato herbáceo, ya que incluyen distintos elementos de la vegetación por donde se desplazan los cauces. Se trata de comunidades estructuralmente muy inestables en el espacio y en el tiempo, debido al efecto de los disturbios (inundaciones) a que continuamente están sujetas.
Taxa Característicos	Entre los árboles predominan algunas especies de los siguientes géneros: <i>Alnus</i> , <i>Fraxinu</i> y <i>Salix</i> . La composición florística de los demás estratos es variable y comúnmente se relaciona con la vegetación circundante.
Vegetación secundaria	
Localidades	Esta vegetación se asocia a las corrientes de agua más o menos permanentes.
Otros datos	

VI. FORMACIÓN "OTROS TIPOS DE COBERTURAS"

GENERAL

La formación "Otros tipos de coberturas" incluyen a los tipos "Area sin Vegetación Aparente", "Asentamientos Humanos" y "Cuerpos de Agua", comprendidos en la Cuenca del Río Chiquito. En términos de la vegetación, ambos tipos, junto con sus correspondientes subdivisiones del mismo nombre a nivel de tipos de coberturas, son muy variables y con notable influencia de las actividades humanas.

AREAS SIN VEGETACION APARENTE (72).

Es la denominación empleada para todas las zonas donde la vegetación no se pudo discernir a través de las imágenes de satélite. Específicamente, se refiere a aquellas áreas desprovistas de vegetación de manera permanente; o bien, a áreas donde de haber alguna cobertura esta es excesivamente escasa, para ser percibida por los sensores remotos utilizados, tal como en los arenales, los bancos de ríos, etcétera.

ASENTAMIENTOS HUMANOS (80)

Este tipo de uso del suelo incluye las áreas ocupadas por edificaciones con distintas condiciones de uso y desarrollo como los industriales, las zonas suburbanas y los asentamientos humanos de las zonas rurales. Esta última, es la condición predominante el área de estudio.

CUERPO DE AGUA (90)

Este tipo de uso del suelo agrupa a todas las áreas ocupadas por depósitos de agua continentales naturales y artificiales perceptibles en imágenes de satélite, como son los ríos, lagos, lagunas, presas y bordos. La mayoría de estos cuerpos de agua tienen o están sujetos a una dinámica estacional en la precipitación, que influye en la vegetación que en ellos se desarrolla.

BIBLIOGRAFIA

- Medina, C. 2000. Flora del Río Chiquito Morelia, Michoacán, México. 1,2,3 y 4.
Medina, C., & Rodríguez, S. L. (1993). Estudio Florístico de La Cuenca del Río Chiquito de Morelia, Michoacán, México (Vol. IV). Morelia, Michoacán: Instituto de Ecología A.C.
Ramirez, G. 2002. Evaluación del Cambio de Uso de Suelo y La Vegetación en el estado de Oaxaca Mediante Métodos de Percepción Remota.
Secretaría de desarrollo urbano y medio Ambiente Municipal, S. (2004). El Mosaico del Municipio de Morelia. Unpublished manuscript.

SUB-ANEXO

Especies Identificadas en Campo	Clave
<i>Acacia angustissima</i>	Aa
<i>Acacia farnesiana</i>	Af
<i>Acacia pennatula</i>	Ap
<i>Arbutus tessellata</i>	At
<i>Asclepias linaria</i>	Al
<i>Asclepias mexicana</i>	Am
<i>Aster</i> sp.	Asp
<i>Baccharis heterophylla</i>	Bh
<i>Baccharis pterinioides</i>	Bp
<i>Bursera</i> sp.	Bsp
<i>Cedrela odorata</i>	Co
<i>Condalia velutina</i>	Cv
<i>Crataegus pubescens</i>	Cp
<i>Croton adpersus</i>	Ca
<i>Croton morifolius</i>	Cm
<i>Crupessus lusitanica</i> var. <i>Lindleyi</i>	Cl
<i>Diphysa puberulenta</i>	Dp
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Ec
<i>Eupatorium collinum</i>	Eco
<i>Eupatorium</i> sp.	Esp
<i>Euphorbia radicans</i>	Er
<i>Festuca</i> sp.	Fsp
<i>Forestiera phillyreoides</i>	Fp
<i>Hyptis mutabilis</i>	Hm
<i>Iresine</i> sp.	Is
<i>Lasianthus nigra</i>	In
Leguminosae	L
<i>Loeselia mexicana</i>	Lm
Lythraceae	Ly
<i>Lythrum album</i>	La
<i>Nicotiana glauca</i>	Ng
<i>Opuntia</i> sp.	Osp
<i>P. leiophylla</i>	Ple
<i>P. michoacana</i> var. <i>Cornuta</i>	Pm
<i>Pinus lawsonii</i>	C
<i>Pinus teocote</i>	Pt
<i>Prunus serotina</i> ssp. <i>Capuli</i>	Ps
<i>Pteridium aquilinum</i>	Pa
<i>Quercus castanea</i>	Qca
<i>Quercus crassifolia</i>	Qcr
<i>Quercus frutex</i>	Qf
<i>Quercus glaucooides</i>	Qg
<i>Quercus laurina</i>	Ql
<i>Quercus obtusata</i>	Qo
<i>Salvia polystachya</i>	Sp
<i>Salvia</i> sp.	Ssp
<i>Senecio</i> sp.	Sesp

ANEXO CAPITULO I-B

DESCRIPCIÓN DE CATEGORÍAS DE USO DE JESUS DEL MONTE

TABLA DE CONTENIDO

Introducción

I. Categoría "Forestal"

II. Categoría "Agrícola"

III. Categoría "Pastoreo"

IV. Categoría "Banco de extracción"

V. Categoría "Habitacional"

VI. Categoría "Servicio ambiental indirecto"

Introducción

La caracterización de las clases que se proponen en el siguiente diccionario de uso fue diseñada a partir de la verificación de puntos de cobertura en la cuenca del Río Chiquito, según la ficha de verificación de cobertura del estado de Michoacán 2000 y encuestas semiestructuradas (“Cuestionario a informantes clave de los Ejidos” y “Registro de agro diversidad, unidades ambientales y usos”, ver al final), realizadas en las localidades de Jesús del Monte y San Miguel del Monte”.

Las clases de uso del suelo comprenden 6 categorías grandes (Forestal, Agrícola, Pecuario, Banco de extracción, Habitacional y Servicio ambiental indirecto), que representan la gama de usos tangibles e intangibles detectados en la zona de estudio (“servicio ambiental indirecto” como categoría intangible). De igual forma cada categoría fue subdividida en subcategorías que corresponden a las principales actividades de usufructo por parte de las poblaciones locales.

Las categorías y subcategorías de uso fueron codificadas para fines cartográficos como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 1: CATEGORÍAS DE USO DE SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO CHIQUITO

Categorías de uso	Subcategorías	Código
Forestal	Extracción de madera	Fm
	Extracción de resina	Fr
	Extracción de leña	Fl
	Recolección de plantas	Fp
	Recolección de hongos	Fh
	Cacería	Fc
Agrícola	Apicultura	Fa
	Subsistencia	As
	Comercial	Ac
Pecuario (Pastoreo)	Abierto extensivo	Pe
	Abierto intensivo	Pi
Banco de extracción	Extracción de tierra para ladrillos	Bl
	Extracción de cantera	Bc
	Extracción de tierra vegetal	Bt
Habitacional	Urbano	Hu
	Rural	Hr
Servicio ambiental indirecto	Captación y mantenimiento de agua	Sa
	Prevención de desastres	Sd
	Recursos escénicos	Se
	Conservación biodiversidad	Sb
	Preservación de RRNN	Sr
	Mantenimiento de la humedad ambiental	Sh
	Control de erosión	Ser

I. Categoría “Forestal”

La actividad forestal en la cuenca es predominantemente extractiva y rudimentaria, solo en algunas zonas como es el caso del ejido de Jesús del monte se cuenta con asistencia técnica, planes gubernamentales de reforestación (CONAFOR) y control y monitoreo de incendios. Esta actividad cambia, se incrementa o disminuye en función a la oferta y la demanda de los subproductos obtenidos de este uso.

Actualmente se observa una tendencia a la regeneración natural debido al abandono de esta actividad.

I.1 Extracción de madera (Fm)

Esta actividad se concentra en el tiempo de época seca debido a los problemas de accesibilidad (Enero a mayo) y se realiza generalmente de forma selectiva en un proceso de descremado, usualmente por personas de la localidad. Un caso especial es la explotación de madera por parte de ejidatarios, los cuales reglamentan la extracción de madera en coordinación con CONAFOR, principalmente para fines de construcción.

La principal madera extraída es la del pino, que tiene poco valor como materia prima, debido principalmente a la especulación de intermediarios y a la falta de aserraderos en la cercanía o carpinterías que le den valor agregado a este recurso.

Otras maderas extraídas en menor medida son las de eucaliptos y encinos, usados par fines de construcción cercas o para palos de herramientas.

I.2 Extracción de Resina (Fr)

Representa una de los usos tradicionales más importantes que se realizan en los bosques de pino, que es llevada acabo desde la conformación de los ejidos locales y se realiza aun en la actualidad.

La explotación de este recurso, al igual que la extracción de madera, es rudimentaria y poco planifica (sub-explotada o abandonada) y su frecuencia de uso depende de gran manera del precio de la resina en el mercado, una baja en el precio disminuye la extracción de resina y aumenta la extracción de madera. Actualmente el precio de este recurso aumento de 2.5 a 4.5 \$us. y representa ingreso familiar importante en los ejidos con esta vocación.

I.3 Extracción de Leña (Fl)

Este uso fue usualmente tradicional para el abastecimiento de combustible a las familias, actualmente a disminuido por la presencia de distribuidores de gas en la zona. En las zonas donde se establecen ladrilleras se extrae intensivamente leña para este propósito principalmente de los árboles de encino y de madera descarte de pino.

I.4 Recolección de Plantas (Fp)

Existen una gama muy amplia de recolección de plantas ligadas principalmente a fines medicinales (salvia, cola de caballo, llanten, eucalipto) y otras con fines ornamentales, comestibles (madrino) o religiosos (fraxinus en semana santa), que son extraídas de los sotobosques.

I.5 Recolección de Hongos (Fh)

Son extraídos principalmente de los bosques de pino y de pino encino o cerca de ellos, cuatro tipos de hongos comestibles (Ej. blanco, en el llano y amarillo en el monte)

I.6 Cacería (Fc)

Los animales silvestres de preferencia para esta actividad son el zorrillo, el venado, el conejo y la codorniz que habitan principalmente en los bosques y llanos aledaños este. Esta actividad ha disminuido notablemente debido al crecimiento urbano.

I.7 Categoría "Apícola" (Fa)

La cría de abejas, es una actividad que fue muy reducida en los últimos años pero fue practicada con regularidad. Debido a la africanización de las abejas europeas (de preferencia para este fin), existe el temor por la agresividad de esta nueva especie.

II. Agrícola (As, Ac)

La mayoría de la población rural se dedica también a la agricultura que es predominantemente de temporal, siendo el maíz asociado al de fréjol, el cultivo que mas se siembra, aunque en los últimos años se han sembrado otros cultivos, entre ellos encontramos ; pepino, jícama, melón, fresa, avena (como forraje), lenteja, calabazas y chilacayote. En la mayoría de los casos la producción esta destinada para el autoconsumo (Agricultura de subsistencia) y la venta de excedentes a la ciudad de Morelia, de forma semi-intensiva poco tecnificada y con elevado uso de insumos agroquímicos.

En el año la siembra comienza a mediados de junio cuando comienza la época de lluvias y finaliza en el mes de noviembre. Durante la época seca, el resto del año estos suelos son usados principalmente para pastoreo.

En los últimos años el uso agrícola de los suelos ha disminuido principalmente por el elevado costo de producción, principalmente por el uso de insumos agroquímicos a consecuencia de las plagas en los cultivos y la pérdida de fertilidad de los suelos. Otra causa importante es la subida de precio de los suelos demandados por la población urbana que repercuten en el cambio de vocación de uso de agrícola, a la oferta de servicios en la ciudad por parte de las poblaciones locales.

III. Categoría "Pastoreo" (Pecuario) (Pi, Pe)

Ligado principalmente al uso agrícola, el uso pecuario se realiza ampliamente en toda la cuenca del río Chiquito y de modo abierto, sobre casi toda cobertura que presente una matriz de pasto natural o introducido y una fuente de agua para el establecimiento de bebederos (bosque, matorral, pastizal). Bovinos criollos y equinos son el principal ganado.

El pastoreo se realiza durante la época de lluvias y de modo semi-estabulado durante la época seca, donde el ganado es alimentado con rastrojos de cultivos y ensilaje.

La intensidad del uso pecuario (extensivo o intensivo) esta condicionado principalmente a la disminución de áreas de pastura, fuentes de agua y al cambio de vocación de uso influenciado fuerte mente por la expansión urbana.

IV Categoría "Banco de extracción"

En la cuenca se diferencian tres principales tipos de extracción de materiales: Extracción de tierra para ladrillos (Bl), Extracción de cantera (Bc) y Extracción de tierra vegetal (Bt). Las dos primeras son realizadas de forma intensiva, frecuente y con fines comerciales y la ultima de forma esporádica.

IV.1 Extracción de tierra para ladrillos (Bl)

Las ladrilleras son instalaciones extractivas, rudimentarias, de mediana capacidad, ubicadas cerca del banco de extracción del material, que cuenta con hornos de cocción a leña y galpones para el armado, secado y almacenamiento de ladrillos. Este uso requiere del traslado y remoción de grandes cantidades de tierra, así como el empleo de grandes cantidades de leña (de árboles de encino y madera de descarte de pino).

La actividad tiene fuerte influencia sobre la erosión, contaminación y deforestación de la zona.

IV.2 Extracción de cantera (Bc)

Existen puntos de extracción de cantera establecidos, destinados para fines de construcción y con mano de obra especializada.

IV.3 Extracción de tierra vegetal (Bv)

Actualmente en algunas localidades se realiza la extracción de tierra vegetal que es vendida en la ciudad de Morelia para fines de jardinería, sin embargo la actividad es esporádica y no aun no representa un tipo de uso muy difundido.

IV. Categoría “Habitacional”

Debido a la cercanía de la ciudad de Morelia y a la explosión demográfica de la misma, la mancha urbana se ha expandido a los límites de la cuenca. De igual forma las localidades las poblaciones locales se han expandido.

IV.1 Habitacional urbano (Hu)

Este tipo de uso del suelo incluye las áreas ocupadas por edificaciones y viviendas familiares con distintas condiciones de uso y desarrollo, como los industriales y la oferta de servicios.

IV.2 Habitacional (Hr)

Son asentamientos humanos ocupados principalmente por viviendas cercanas a parcelas agrícolas y áreas comunitarias, bosques y/o zonas de pastoreo, es decir son las zonas que proveen de recursos primarios a las ciudades.

Originalmente algunas de estas poblaciones fueron conformaciones ejidales, como la localidad de Jesús del Monte que comenzó con 60 ejidatarios, pero el crecimiento de estas áreas se debe a la migración de gente proveniente de otras zonas del interior de México.

VI. Categoría “Servicio ambiental indirecto”

Esta categoría esta referida a los beneficios ambientales que indirectamente reciben las poblaciones dentro la cuenca o la población urbana aledaña a la misma. Esta categoría de uso aun no es percibida en su dimensión por las poblaciones locales y tampoco valorada adecuadamente por la población urbana de la ciudad.

VI.1 Captación y mantenimiento de agua

El río Chiquito se origina en los montes de la Lobera y la Lechuguilla, cuya cuenca receptora comprende gran parte de la región montañosa situada al Sur de Morelia desde cerro Azul hasta

Agua Escondida. El Río chiquito se une posteriormente con los arroyos la Cuadrilla y Agua escondida, más adelante se une con el arroyo El Salitre, que baja del cerro Azul y luego se une con el arroyo el Peral, después se junta al arroyo Bello, todos estos arroyos tienen aguas permanentes debido a los manantiales que en ellos nacen. Posteriormente, viene la unión de pequeños arroyos de Agua Zarca y de Las Mojaditas para llegar luego a la confluencia con el arroyo de Carindapaz y de ahí continuar hacia los filtros de donde partía la tubería que conducía el agua a la ciudad de Morelia.

Al Suroeste encontramos la presa de Umécuaro y la presa de Loma Caliente que son parte del servicio para el sistema de generación de energía eléctrica que abastece a la ciudad de Morelia. Los escurrimientos de estas presas depositan sus aguas en la presa de Cointzio, aprovechando el cauce del Río Tirio y del Canal de San Juan, sobre los cuales confluye una gran cantidad de arroyos y corrientes permanentes, destacando por su importancia el Río Santa Rosalía. La presa de Cointzio cuenta con una capacidad de operación de 79.2 millones de metros cúbicos.

Otro recurso importante de abastecimiento de agua en el municipio de Morelia son los manantiales, destacando por su aprovechamiento el manantial de la Mintzia utilizado en la industria y abastecimiento de agua potable (*El Mosaico del Municipio de Morelia, 2002 –2004*).

De acuerdo a estos antecedentes, existen zonas que por su cobertura, ubicación y relieve son áreas importantes de recarga acuífera y mantenimiento de la calidad del agua por controlar la erosión y el escurrimiento superficial, así como por el mantenimiento de la humedad atmosférica y control de la evapotranspiración.

VI.2 Prevención de desastres (Sd)

Ligado al control de erosión, al escurrimiento superficial y al arrastre de sedimentos las coberturas impiden (en diferente medida) que la impermeabilización del suelo y el consecuente aumento del escurrimiento superficial, acumulen en épocas lluviosas grandes volúmenes de agua, que por la disposición de la cuenca desembocan en la ciudad o en poblaciones importantes, causando inundaciones.

De igual forma sumados a estas causas, la disminución de recarga acuífera (principalmente por la impermeabilización del suelo), la pérdida de la calidad de agua (por arrastre de sedimentos) pueden provocar déficit de oferta de agua a las poblaciones urbanas y sequías en las zonas rurales agropecuarias.

Debe entenderse que la cobertura es uno solo de los factores que pueden provocar estos desastres pero importante para efectos de prevención.

VI.3 Recursos escénicos (Se)

Este tipo de uso es demandado principalmente por las zonas urbanas para fines de esparcimiento, descanso y turismo. Estas actividades ubicadas generalmente en áreas naturales y rurales, usualmente traen beneficios a las comunidades locales, cuando están bien planificadas y serios riesgos ambientales o sociales cuando no lo están.

En la zona se detectaron los siguientes usos escénicos: ciclismo de montaña, circuitos de motocross, áreas de alpinismo, circuitos de caminatas o trote, áreas para campamentos o días de campo, incluso una Zona Protegida Federal para fines de conservación usada para ecoturismo.

Aparentemente, a excepción de la reserva forestal, el resto de las actividades no cuentan con una planificación o un control estatal adecuado y además de que algunas de ellas son antagónicas (Ej. Campamentos, moto cross), también presentan contradicciones con la forma de crecimiento y desarrollo de la cuenca.

VI.4 Conservación biodiversidad (Sb)

También ligado a los tipos de cobertura y a su grado de conservación en el municipio de Morelia se conocen 10 tipos de vegetación o agrupaciones vegetales primarias (*Madrigal, 200*) Las comunidades vegetales se presentan con diferentes extensiones y grados de conservación, así como también varían en su composición y con respecto a la fauna se conocen listados de especies de: Anfibios (9), Reptiles (24), Aves (63), Mamíferos (66).

Dentro de estos se tienen en peligro de extinción en: Flora (2), anfibios (3), reptiles (4), aves (2) y Mamíferos (1).

Aunque no se tiene un conteo de las especies de fauna, estos están ligados a los tipos de cobertura y su diversidad, así como a la influencia de la actividad antrópica.

Mencionados dentro de este tipo de uso "Servicio Ambiental indirecto", se tienen también la Preservación de RRNN (S) Mantenimiento de la humedad ambiental (Sh) Control de erosión (Se), que fueron contemplados en este diccionario.

Encuestas utilizadas para la caracterización contextual del uso de suelo en la zona

Encuesta 1

Cuestionario realizado a Informantes Clave de los Ejidos

Fecha: _____

Ocupación _____

Información general

1. ¿En qué año se fundó el ejido? _____

2. Aproximadamente, ¿Cuántas personas habitan en este ejido? _____

3. ¿Cuántos ejidatarios hay? _____

4. ¿Tradicionalmente que valor ha tenido el bosque para la comunidad?

_____ Religioso _____ Cultural _____ Económico _____ Otro

Ordenamiento Territorial

5. ¿Cómo surge la inquietud del ejido para conservar una parte de sus bosques y establecer varios usos del territorio? _____

6. ¿Actualmente en cuántas áreas o zonas se divide el ejido y qué uso se les da?

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

7. ¿Qué actividades se desarrollan en el ejido con los recursos forestales?

- ___ 1. Maderal-Forestal
- ___ 2. Apicultura
- ___ 3. UMAs
- ___ 4. Ecoturismo
- ___ 5. Artesanías
- ___ 6. Otros _____

—

8. ¿Dentro del ejido hubieron diferentes opiniones sobre los diversos usos del territorio? ¿Cómo se resolvieron esas diferencias? _____

9. ¿Cada cuánto tiempo se llevan a cabo modificaciones en los diferentes usos del territorio? ___

10. ¿Quiénes participan en esas modificaciones? _____

11. ¿Cuáles son los principales cambios que se dieron en los usos del territorio en los últimos diez años?

12. ¿Cuál es el papel que ha jugado en los últimos años el Area Natural Protegida (la más cercana al _____ ejido)?

Dependencia económica hacia el Bosque
--

31. ¿Qué tipo de actividades productivas se realizan en el bosque?

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| Extracción de leña _____ | _____ Extracción de madera |
| Extracción de resina _____ | _____ Cultivo de hongos |
| Carbón _____ | _____ Cacería |
| Recolección de plantas _____ | _____ UMA |
| Apicultura _____ | _____ Ecoturismo |
| | _____ Fabricación de muebles |

32. ¿Cuáles de esas actividades se explotan comercialmente por el ejido?

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| Extracción de leña _____ | _____ Extracción de madera |
| Extracción de resina _____ | _____ Cultivo de hongos |
| Carbón _____ | _____ Cacería |
| Recolección de plantas _____ | _____ Ecoturismo |
| Apicultura _____ | _____ Fabricación de muebles |
| | _____ UMA |

33. ¿Quiénes se encargan de realizar esas actividades?

- _____ 1. Personas que no son del ejido
 _____ 2. Cada quién por su cuenta
 _____ 3. Grupo de ejidatarios organizado

34. ¿De qué forma se reparten las ganancias de estas actividades?

- _____ 1. Únicamente entre los ejidatarios que participan
 _____ 2. Una parte es para los que participan y otra para la comunidad.
 _____ 3. Todo es para la comunidad

35. ¿Qué tanto depende el ejido económicamente de esas actividades?

- _____ 1. Nada _____ 2. Poco _____ 3. Regular _____ 4. Mucho

La madera y miel que se produce está certificada? _____ SI _____ NO desde cuando? _____

Los beneficios económicos por la certificación han sido evidentes _____ SI _____ NO porque? _____

Quién da la certificación? conoce el proceso?

Conocimiento sobre el Recurso

35. ¿Qué valor ha tenido tradicionalmente para usted el bosque?
___ Religioso ___ Cultural ___ Económico
___ Otro ¿Cuál? _____
36. ¿Conoce usted claramente los límites del bosque? ___ 1. No ___ 2. Si
37. ¿Durante el último año, participó usted en actividades relacionadas con el mantenimiento y cuidado del bosque? ___ 1. No (*pasar a pregunta 41*) ___ 2. Si
38. ¿Qué tipo de actividades? _____
39. ¿Considera usted que vale la pena el esfuerzo que se hace por conservar el bosque?
___ 1. No ___ 2. Tal vez ___ 3. Si

Encuesta 2

Plantas	Cuales?
Comestible _____	
Medicinal _____	
Construcción _____	
Instrumentos de trabajo, etc. _____	
Maderable _____	
Combustible _____	
Forraje _____	
Abono _____	
Colorantes _____	
Control de pestes _____	
Fibras _____	
Taninos _____	
Materia prima para artesanía _____	
Instrumentos para música _____	
Aromatizantes y Saborizantes _____	
Forraje _____	
Gomas y pegamentos _____	
Ornamental _____	
Artisanal _____	
Estimulantes _____	
Venenos _____	
Insecticidas _____	
Ritual o ceremonial _____	

Animales

Comestible _____
Instrumento de trabajo _____
Peletería _____
Vestimenta _____
Transporte _____
Abono _____
Colorantes _____
Ritual o ceremonial _____
Compañía _____
Instrumentos para música _____
Combustible (estiércol) _____

Hongos

Comestibles _____
Medicinal _____
Medicinal _____
Ceremonial _____
Veneno _____

Suelos

Agrícola _____
Construcción _____
Cerámica _____
Medicinal _____

Otros

DE_ Víctor Toledo, El juego de la supervivencia, CLADES, y Centro de Ecología, UNAM, Chile y México, 1991.

- Inventario indígena de su biodiversidad, su agrobiodiversidad y sus unidades ambientales y sus usos. Este registro debe ser certificado para fines de negociación de derechos indígenas a su biodiversidad, y agrobiodiversidad incluyendo los suelos. Este registro debe ser parte de los archivos de las comunidades
- Mapa comunitario de los recursos naturales y sus usos, de las cuencas hidrológicas

DICCIONARIO DE PROCESOS DE CAMBIO DE COBERTURA Y USO DEL SUELO.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción

I. Proceso de Recuperación

II. Deforestación

III. Proceso de Re - vegetación

IV. Proceso de Permanencia

V. Proceso de Permanencia Antrópica

VI. Proceso de Permanencia Forestal

VII. Proceso de Alteración

VIII. Proceso de Urbanización

VIII. Proceso de Deforestación y/o Urbanización

Introducción

La lista de procesos que a continuación se describen, son el resultado de confrontar las clases de cobertura, en sus posibles combinaciones como se muestra en la siguiente matriz (Figura 1):

Matriz de Procesos de Cambio	Bosque de coníferas y latifolias	Bosque de coníferas	Bosque de latifolias	Matorral	Pastizal	Agricultura de temporal	Area sin vegetación aparente	Asentamiento humano
Bosque de coníferas y latifolias	Per	Al	Al	Def	Def	Def	Def	Def y Urb
Bosque de coníferas	Rac	Per	Per_For	Def	Def	Def	Def	Def y Urb
Bosque de latifolias	Rac	Per_For	Per	Def	Def	Def	Def	Def y Urb
Matorral	Rev	Rev	Rev	Per	Def	Def	Def	Def y Urb
Pastizal	Rev	Rev	Rev	Rev	Per	Per Ant	Al	Urb
Agricultura de temporal	Rev	Rev	Rev	Rev	Per Ant	Per	Al	Urb
Area sin vegetación aparente	Rev	Rev	Rev	Rev	Rev	Rev	Per	Urb
Asentamiento humano	Rev	Rev	Rev	Rev	Rev	Rev	Al	Per Ant

Figura 1: Matriz de proceso de cambio

Fuente. Elaboración Propia, basada en el modelo propuesto por (Larazzabal, 2006)

Estos procesos pueden ir en dos direcciones de cambio (no necesariamente buenas o malas) o encontrarse en estado de permanencia, como se muestra en la siguiente figura:

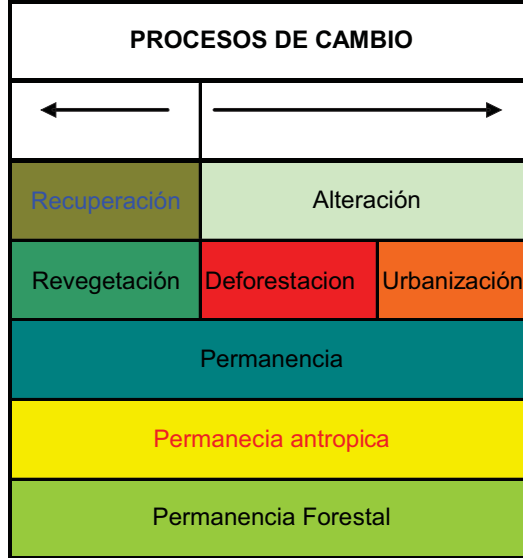


Figura 2: Matriz de dirección de procesos de cambio

Comparando la Figura 1, existe un proceso adicional mixto que llamamos “Deforestación y Urbanización”, esto debido a que el asignarle el valor al proceso urbanización o deforestación, sesgaría información para el análisis de cambio.

No se pudo abundar más en procesos de cambio, debido a que las clases de cobertura realizadas para este fin, no diferencian vegetación con predominancia primaria o secundaria, pero sí pueden explicar los principales procesos que acontecen en la zona de estudio.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente los procesos que se describirán en este diccionario, tienen el propósito de explicar el cambio de cobertura en la localidad de Jesús del Monte y sus alrededores según el siguiente modelo de cambio propuesto a continuación.

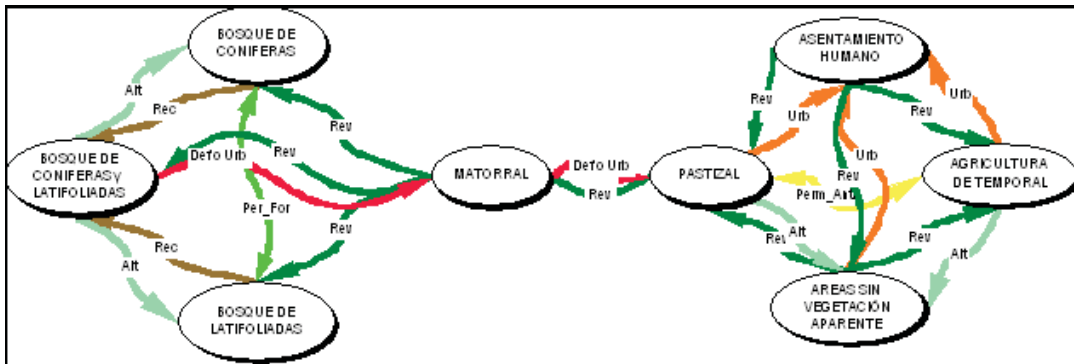


Figura 3: Esquema del Modelo de cambio

I. Proceso de Recuperación

Se llamó proceso de recuperación al cambio de las coberturas “Bosque de Coníferas” y “Bosque de Latifolidas” en “Bosque de Coníferas y Latifolidas”, por que se considero a este ultimo como un estado de clímax natural o estado original previo al proceso de alteración.

II. Deforestación

Deforestación es el cambio de cobertura con vegetación arbórea o forestal (como las clases de bosques) a otra que carece de ellos. En este caso se incluyó a la clase “Matorral” por que de acuerdo a la ley forestal, los matorrales son considerados también superficie forestal (SEMARNAT, 2003).

Como parte de deforestación debe adicionarse la clase mixta “ Deforestación y Urbanización”, que pertenece categóricamente a este proceso y se explica posteriormente.

III. Proceso de Re - vegetación

La Re - vegetación es considerada como el proceso de cambio de una cobertura con vegetación natural o antrópica a otra con mayor biomasa y generalmente con mayor altura de dosel, que tiende hacia un proceso natural de regeneración.

IV. Proceso de Permanencia

Se llamo proceso de permanencia a todas las clases de cobertura que mantuvieron su clase para el segundo tiempo de análisis, a excepción de la clase “Asentamiento urbano” que se la denominó como “Permanencia Antrópica” junto a otras clases que se describen en los siguientes puntos.

V. Proceso de Permanencia Antrópica

En este proceso se tomaron en cuenta el cambio de “Agricultura de temporal” a “Pastizal” y viceversa, debido a que en un año estas áreas cambian regularmente en las épocas de lluvia (producción agrícola) y época seca (producción pecuaria), es decir mantienen una actividad antrópica agropecuaria, se asignó también el mismo nombre a la permanencia de los asentamientos humanos.

VI. Proceso de Permanencia Forestal

Fueron denominados con este nombre al cambio de la cobertura “Bosque de coníferas” en “Bosque de Latifolias” y viceversa, ya que ambas coberturas comparten la característica forestal y el mismo nicho ecológico. No se consideró al proceso como alteración ya que este representa un cambio total de cobertura y no una modificación parcial del mismo.

Este proceso es posible solo en un margen de tiempo de varios años, como en el análisis de cambio del año 1969 – 1995 (24 años) y luego de un proceso previo de deforestación.

VII. Proceso de Alteración

La alteración implica una modificación inducida por el hombre en la vegetación natural, pero no un reemplazo total de la misma, como es el caso de la deforestación (SEMARNAT, 2003).

Fueron considerados como alteración el cambio de “Bosque de coníferas y Latifolias” a solo “Bosque de coníferas” o “Bosque de Latifolias”.

Dentro de este proceso se incluyó el cambio de “Pastizal” o “Agricultura de temporal” en “Área sin vegetación aparente” por que aunque no modifiquen vegetación natural, existe una influencia fuerte sobre la cobertura antrópica, que generalmente representa una tendencia a procesos de degradación de tierras o niveles intermedios de urbanización.

VIII. Proceso de Urbanización

Se contemplo como Urbanización, al cambio de cualquier cobertura a "Asentamiento humano". Como ya se explico existen cambios dentro de este proceso que pueden ser considerados también como deforestación, por lo que estas deben ser incluidas en el análisis de cambio.

VIII. Proceso de Deforestación y/o Urbanización

Son los cambios de cobertura que simultáneamente pertenecen a los procesos de "Deforestación" y "Urbanización", que comenzaron como clases coberturas de bosque o matorral.

BIBLIOGRAFÍA

Larazzabal, A. 2006. Modelo de Procesos de Cambio. In Y. Q. Ortuño (Ed.). Morelia.
SEMARNAT. 2003. Compendio de estadísticas ambientales 2002: SEMARNAT.

Anexo Capítulo III-A: Rangos y coeficientes calculados de los de peso de evidencia (sin modificaciones)

```

:staticas/altitud 0:2120 2120:2130 2130:2140 2140:2150 2150:2160 2160:2170 2170:2180 2180:2190 2190:2210
2210:2230 2230:2270 2270:2440
1,2 -0.234656 1.59082 0.631462 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:staticas/densid 1:2 2:5 5:6 6:16 16:34 34:36 36:37
1,2 0 0 0 2.29598 0 0 0.0254879

:staticas/fall_dist 0:2700 2700:2800 2800:2900 2900:3100 3100:3300 3300:3400 3400:3500 3500:3800 3800:4100
4100:4700 4700:5000
1,2 -0.0131204 1.4384 0 0 0.492852 2.05381 0 0 0 0 0 0

:staticas/hidr_dist 0:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500 500:550
1,2 -1.71667 0.11203 -0.305381 0.840221 1.55001 -1.53976 0 0 0 0

:staticas/infra 1:2 2:3
1,2 0 0.231896

:staticas/libra_dist 0:4400 4400:4500 4500:4600 4600:4900 4900:5200 5200:5500 5500:6200 6200:6400 6400:6600
6600:7600
1,2 -2.43897 3.02134 0 0 0 0 0 3.08363 0 0

:staticas/suelo 2:23 23:26 26:84 84:100 100:102 102:107 107:108 108:111 111:112
1,2 0 0 0 0 0.764556 0 0 2.03131 0

:staticas/tenen 1:2 2:3
1,2 0.4421 -0.167205

:staticas/ur_ay 1:2 2:3 3:4
1,2 0 0.641615 0.0254356

:staticas/vias_act_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:550 550:600 600:650 650:700 700:750 750:800 800:950 950:1050
1,2 1.26841 0.0512664 0.792465 -0.46599 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:staticas/vias_p15_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:600 600:700 700:800 800:900 900:1000 1000:1100 1100:1250 1250:1500 1500:2050
1,2 -1.10029 1.29609 0.990137 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_3 0:125 125:250 250:500 500:550 550:600 600:1350 1350:1600 1600:1675 1675:1750
1750:1900 1900:1950 1950:1975 1975:2000 2000:3400
1,3 3 2.05983 1.42735 0.880342 0.425565 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_4 0:200 200:300 300:400 400:1500
1,3 -1.34536 -0.657372 -0.15093 0.511376

:distance/distance_to_5 0:100 100:200 200:300 300:400 400:2200

```

```

1,3    -1.37636    -0.916684    -0.20762    0.221902    0.759967

:slope/slope_pb    0:10    10:15    15:20    20:25    25:30    30:35    35:40    40:45    45:50    50:55    55:60    60:65    65:70
70:75    75:80    80:90    90:130    130:275
1,3    0    0    0.0498184    -0.0387368    -0.183258    -1.17094    -1.54678    -1.80342    -1.95726    -2.05983    -2.16239    -
2.29915    -2.40171    -2.40171    -2.40171    -2.40171    -2.40171    -2.40171

:staticas/altitud    0:2120    2120:2130    2130:2140    2140:2150    2150:2160    2160:2170    2170:2180    2180:2190    2190:2210
2210:2230    2230:2270    2270:2440
1,3    0    0    0.395272    0.711538    0.974349    1.05769    1.05607    0.923077    0.461538    -0.768727    -2.05019    -2.56358

:staticas/densid    1:2    2:5    5:6    6:16    16:34    34:36    36:37
1,3    4    3    3    3    4    4    -4.81986

:staticas/fall_dist    0:2700    2700:2800    2800:2900    2900:3100    3100:3300    3300:3400    3400:3500    3500:3800    3800:4100
4100:4700    4700:5000
1,3    -1.01577    0    0    0    0    0    0    0    0    0

:staticas/hidr_dist    0:100    100:150    150:200    200:250    250:300    300:350    350:400    400:450    450:500    500:550
1,3    -0.523058    -0.0961193    0    0    0    0    0    0    0

:staticas/infra    1:2    2:3
1,3    2    0

:staticas/libra_dist    0:4400    4400:4500    4500:4600    4600:4900    4900:5200    5200:5500    5500:6200    6200:6400    6400:6600
6600:7600
1,3    2    2    2    1.65122    1.22962    0.805715    -0.0843446    -0.54671    -0.54671    -0.54671

:staticas/suelo    2:23    23:26    26:84    84:100    100:102    102:107    107:108    108:111    111:112
1,3    -2.54769    -0.896118    0    0    -1.6904    0    0.957789    1.05116    3.48196

:staticas/tenen    1:2    2:3
1,3    0.442017    -0.170353

:staticas/ur_ay    1:2    2:3    3:4
1,3    4    -5.57262    3

:staticas/vias_act_dist    0:50    50:100    100:150    150:200    200:250    250:300    300:350    350:400    400:450    450:500
500:550    550:600    600:650    650:700    700:750    750:800    800:950    950:1050
1,3    0.0146406    -0.35717    -0.48915    -0.616343    -0.503019    -0.516859    -0.196406    0.167732    0.429978    0.654222
0.821323    0.907816    0.931545    0.950828    0.898829    0.208644    -0.250432    -0.457893

:staticas/vias_p15_dist    0:50    50:100    100:150    150:200    200:250    250:300    300:350    350:400    400:450    450:500
500:600    600:700    700:800    800:900    900:1000    1000:1100    1100:1250    1250:1500    1500:2050
1,3    2.67568    2.67568    2.67568    2.59459    2.16892    1.23649    -0.116727    -1.27726    -1.78378    -1.99172    -2.02479    -
2.02703    -2.02703    -2.02703    -2.02703    -2.02703    -2.02703    -2.02703    -2.027

:distance/distance_to_1    0:100

```

```

1,5 0

:distance/distance_to_2 0:43 43:87 87:131 131:175 175:262 262:350 350:700 700:800 800:900 900:1000
1000:2400
1,5 -3.51036 -1.01955 0.534099 -0.307491 0.225617 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_3 0:125 125:250 250:500 500:550 550:600 600:1350 1350:1600 1600:1675 1675:1750
1750:1900 1900:1950 1950:1975 1975:2000 2000:3400
1,5 -2.12496 -3.56263 0.359339 0.988598 0.258848 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_4 0:200 200:300 300:400 400:1500
1,5 0.647995 -0.00343516 -0.288162 0

:distance/distance_to_5 0:100 100:200 200:300 300:400 400:2200
1,5 0.678454 0 -0.0827046 1.11215 -0.436

:slope/slope_pb 0:10 10:15 15:20 20:25 25:30 30:35 35:40 40:45 45:50 50:55 55:60 60:65 65:70
70:75 75:80 80:90 90:130 130:275
1,5 -4.70596 -1.10135 -0.173053 1.05647 1.54764 1.22346 1.75558 0.148401 0.226263 -0.862754 0.472523
0 0.0723068 0 2.30473 0 0 0

:staticas/altitud 0:2120 2120:2130 2130:2140 2140:2150 2150:2160 2160:2170 2170:2180 2180:2190 2190:2210
2210:2230 2230:2270 2270:2440
1,5 -1.69919 -0.210269 0.0508417 -1.63103 -0.419686 0.0918931 -0.380362 -1.19602 0 0 0 0

:staticas/densid 1:2 2:5 5:6 6:16 16:34 34:36 36:37
1,5 0 0 0 -0.244679 0 0 1.05398

:staticas/fall_dist 0:2700 2700:2800 2800:2900 2900:3100 3100:3300 3300:3400 3400:3500 3500:3800 3800:4100
4100:4700 4700:5000
1,5 -2.3601 -3.85199 0 0.657743 1.6543 0.856934 -2.16241 0 0 -3.84977 1.90679

:staticas/hidr_dist 0:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500 500:550
1,5 0.2356 0.891736 0.222414 -0.621815 -0.0913362 -2.14308 0 0 0 0

:staticas/infra 1:2 2:3
1,5 -1.37387 0.178264

:staticas/libra_dist 0:4400 4400:4500 4500:4600 4600:4900 4900:5200 5200:5500 5500:6200 6200:6400 6400:6600
6600:7600
1,5 -2.27414 0.131679 0 0 0 0 0 0.378542 1.78899 1.50182

:staticas/suelo 2:23 23:26 26:84 84:100 100:102 102:107 107:108 108:111 111:112
1,5 1.24588 0 0 0 0 0 -1.65901 0 0

:staticas/tenen 1:2 2:3
1,5 0.470779 -0.182219

```

```

:staticas/ur_ay 1:2 2:3 3:4
1,5 0 0.670293 0.0104218

:staticas/vias_act_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:550 550:600 600:650 650:700 700:750 750:800 800:950 950:1050
1,5 -1.66685 -0.516871 -1.66442 -0.255541 0.426083 -3.00006 0 0 0 -0.811105 0.259709 -2.23623 -
1.63658 1.87836 2.78292 3.04879 0.924882 0

:staticas/vias_p15_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:600 600:700 700:800 800:900 900:1000 1000:1100 1100:1250 1250:1500 1500:2050
1,5 0.105318 -0.275002 -2.48899 -0.797395 -1.63982 0 0 0 0 0 0 0.573056 1.85003 2.08077
2.28861 0.0805276 0 0 0

:distance/distance_to_1 0:100
2,1 0.181428

:distance/distance_to_2 0:43 43:87 87:131 131:175 175:262 262:350 350:700 700:800 800:900 900:1000
1000:2400
2,1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_3 0:125 125:250 250:500 500:550 550:600 600:1350 1350:1600 1600:1675 1675:1750
1750:1900 1900:1950 1950:1975 1975:2000 2000:3400
2,1 -0.952624 1.25507 -2.55725 0 -2.29814 0.473828 0 0 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_4 0:200 200:300 300:400 400:1500
2,1 -0.800201 0.0675867 2.40059 0.842303

:distance/distance_to_5 0:100 100:200 200:300 300:400 400:2200
2,1 0.0993127 0.83093 0.127621 -0.928375 -0.404943

:slope/slope_pb 0:10 10:15 15:20 20:25 25:30 30:35 35:40 40:45 45:50 50:55 55:60 60:65 65:70
70:75 75:80 80:90 90:130 130:275
2,1 -4.60194 -2.94741 0.674692 1.68142 1.44424 0.443437 0.738261 -0.724945 -1.32015 -0.845141 -
0.731715 -0.937159 -0.377544 0.315604 0.721069 0 1.92504 2.51283

:staticas/altitud 0:2120 2120:2130 2130:2140 2140:2150 2150:2160 2160:2170 2170:2180 2180:2190 2190:2210
2210:2230 2230:2270 2270:2440
2,1 0.34945 -0.302407 -1.72128 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:staticas/densid 1:2 2:5 5:6 6:16 16:34 34:36 36:37
2,1 0 0 0.0968785 0 0 0 0.238001

:staticas/fall_dist 0:2700 2700:2800 2800:2900 2900:3100 3100:3300 3300:3400 3400:3500 3500:3800 3800:4100
4100:4700 4700:5000
2,1 -1.72128 1.28422 1.88722 4.14786 1.15854 2.466 0.0553204 0.677819 1.20291 0 0

:staticas/hidr_dist 0:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500 500:550
2,1 -0.881897 -0.560739 -0.0535262 0.457484 0.920682 1.37527 2.23253 -0.0490396 0 0

```

```

:staticas/infra      1:2      2:3
2,1      0      0.233438

:staticas/libra_dist  0:4400    4400:4500    4500:4600    4600:4900    4900:5200    5200:5500    5500:6200    6200:6400    6400:6600
6600:7600
2,1     -2.25535    0    -0.208109    0    0    0    0    0    0    0

:staticas/suelo      2:23    23:26    26:84    84:100    100:102    102:107    107:108    108:111    111:112
2,1     -1.65328    0.957565    0    0    0.922205    0    0    0    0

:staticas/tenen      1:2      2:3
2,1     -3.07442    0.383295

:staticas/ur_ay      1:2      2:3      3:4
2,1      0      0      0.0869503

:staticas/vias_act_dist  0:50    50:100    100:150    150:200    200:250    250:300    300:350    350:400    400:450    450:500
500:550    550:600    600:650    650:700    700:750    750:800    800:950    950:1050
2,1     0.352213    0.312538    0.185509    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0

:staticas/vias_p15_dist  0:50    50:100    100:150    150:200    200:250    250:300    300:350    350:400    400:450    450:500
500:600    600:700    700:800    800:900    900:1000    1000:1100    1100:1250    1250:1500    1500:2050
2,1     1.08164    0.813751    0.526445    -0.184172    -0.619684    -1.26485    -2.66755    0    0    0    0    0    0    0
0    0    0

:distance/distance_to_1  0:100
2,3     0.516888

:distance/distance_to_2  0:43    43:87    87:131    131:175    175:262    262:350    350:700    700:800    800:900    900:1000
1000:2400
2,3     0.95045    0.95045    0.540541    0    0    0    0    0    0    0

:distance/distance_to_3  0:125    125:250    250:500    500:550    550:600    600:1350    1350:1600    1600:1675    1675:1750
1750:1900    1900:1950    1950:1975    1975:2000    2000:3400
2,3     1.5    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0

:distance/distance_to_4  0:200    200:300    300:400    400:1500
2,3     -1.41962    0    0

:distance/distance_to_5  0:100    100:200    200:300    300:400    400:2200
2,3     1.34701    1.34701    0.567568    0    0

:slope/slope_pb       0:10    10:15    15:20    20:25    25:30    30:35    35:40    40:45    45:50    50:55    55:60    60:65    65:70
70:75    75:80    80:90    90:130    130:275
2,3     2    2    2    1.70783    0.783784    0    0    0    0    0    0    0    0

```

```

:staticas/altitud 0:2120 2120:2130 2130:2140 2140:2150 2150:2160 2160:2170 2170:2180 2180:2190 2190:2210
2210:2230 2230:2270 2270:2440
2,3 0 0.358108 0.439189 0.459459 0.459459 0.459459 0.459459 0.297297 0 -0.472973 -0.472973 -
0.472973

:staticas/densid 1:2 2:5 5:6 6:16 16:34 34:36 36:37
2,3 5 4 4 4 5 5 -4

:staticas/fall_dist 0:2700 2700:2800 2800:2900 2900:3100 3100:3300 3300:3400 3400:3500 3500:3800 3800:4100
4100:4700 4700:5000
2,3 -0.964745 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:staticas/hidr_dist 0:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500 500:550
2,3 -1.10756 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:staticas/infra 1:2 2:3
2,3 2 0

:staticas/libra_dist 0:4400 4400:4500 4500:4600 4600:4900 4900:5200 5200:5500 5500:6200 6200:6400 6400:6600
6600:7600
2,3 2 1.42342 0.972973 0.666667 0.36036 0.18018 0 -0.36036 -0.36036 -0.36036

:staticas/suelo 2:23 23:26 26:84 84:100 100:102 102:107 107:108 108:111 111:112
2,3 0 0 0 0 0 0 1.48134 0 0

:staticas/tenen 1:2 2:3
2,3 0 0.398605

:staticas/ur_ay 1:2 2:3 3:4
2,3 4.74382 -2 3.74

:staticas/vias_act_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:550 550:600 600:650 650:700 700:750 750:800 800:950 950:1050
2,3 1.67568 1.67568 1.23981 0.45045 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:staticas/vias_p15_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:600 600:700 700:800 800:900 900:1000 1000:1100 1100:1250 1250:1500 1500:2050
2,3 2.14755 2.14865 1.66216 0.90426 0.243243 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_1 0:100
2,4 0

:distance/distance_to_2 0:43 43:87 87:131 131:175 175:262 262:350 350:700 700:800 800:900 900:1000
1000:2400
2,4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_3 0:125 125:250 250:500 500:550 550:600 600:1350 1350:1600 1600:1675 1675:1750
1750:1900 1900:1950 1950:1975 1975:2000 2000:3400

```

```

2,4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
:distance/distance_to_4 0:200 200:300 300:400 400:1500
2,4 0 0 0 0
:distance/distance_to_5 0:100 100:200 200:300 300:400 400:2200
2,4 0 0 0 0
:slope/slope_pb 0:10 10:15 15:20 20:25 25:30 30:35 35:40 40:45 45:50 50:55 55:60 60:65 65:70
70:75 75:80 80:90 90:130 130:275
2,4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
:staticas/altitud 0:2120 2120:2130 2130:2140 2140:2150 2150:2160 2160:2170 2170:2180 2180:2190 2190:2210
2210:2230 2230:2270 2270:2440
2,4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
:staticas/densid 1:2 2:5 5:6 6:16 16:34 34:36 36:37
2,4 0 0 0 0
:staticas/fall_dist 0:2700 2700:2800 2800:2900 2900:3100 3100:3300 3300:3400 3400:3500 3500:3800 3800:4100
4100:4700 4700:5000
2,4 0 0 0 0 0 0 0 0 0
:staticas/hidr_dist 0:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500 500:550
2,4 0 0 0 0 0 0 0 0
:staticas/infra 1:2 2:3
2,4 0 0
:staticas/libra_dist 0:4400 4400:4500 4500:4600 4600:4900 4900:5200 5200:5500 5500:6200 6200:6400 6400:6600
6600:7600
2,4 0 0 0 0 0 0 0 0
:staticas/suelo 2:23 23:26 26:84 84:100 100:102 102:107 107:108 108:111 111:112
2,4 0 0 0 0 0 0 0
:staticas/tenen 1:2 2:3
2,4 0 0
:staticas/ur_ay 1:2 2:3 3:4
2,4 0 0 0
:staticas/vias_act_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:550 550:600 600:650 650:700 700:750 750:800 800:950 950:1050
2,4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
:staticas/vias_p15_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:600 600:700 700:800 800:900 900:1000 1000:1100 1100:1250 1250:1500 1500:2050

```

```

2,4  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
:distance/distance_to_1  0:100
4,1  0.147053
:distance/distance_to_2  0:43  43:87  87:131  131:175  175:262  262:350  350:700  700:800  800:900  900:1000
1000:2400
4,1  0.580844  0.0759102  0  -1.65751  0.597342  0  0  0  0  0  0
:distance/distance_to_3  0:125  125:250  250:500  500:550  550:600  600:1350  1350:1600  1600:1675  1675:1750
1750:1900  1900:1950  1950:1975  1975:2000  2000:3400
4,1  -0.177254  0.853557  0  0.37886  0  -1.77014  0  0  0  0  0  0  0
:distance/distance_to_4  0:200  200:300  300:400  400:1500
4,1  0  0  0  0
:distance/distance_to_5  0:100  100:200  200:300  300:400  400:2200
4,1  0.183598  -0.0215656  -0.398798  0  -0.93669
:slope/slope_pb  0:10  10:15  15:20  20:25  25:30  30:35  35:40  40:45  45:50  50:55  55:60  60:65  65:70
70:75  75:80  80:90  90:130  130:275
4,1  -0.478921  0.442951  -0.00880394  -0.421066  -0.893141  0.0378613  0.171917  0.153407  0.526222  0.649689
0.382157  -0.126857  -0.680106  0.286199  -2.54037  0  0  0
:staticas/altitud  0:2120  2120:2130  2130:2140  2140:2150  2150:2160  2160:2170  2170:2180  2180:2190  2190:2210
2210:2230  2230:2270  2270:2440
4,1  -0.875166  1.16468  0.741852  -0.305654  -0.915969  -0.400042  -0.110465  0.0241189  -0.242484  -0.631652  -
0.133262  1.1415
:staticas/densid  1:2  2:5  5:6  6:16  16:34  34:36  36:37
4,1  0  0  0.0103059  0  0  0  0.156771
:staticas/fall_dist  0:2700  2700:2800  2800:2900  2900:3100  3100:3300  3300:3400  3400:3500  3500:3800  3800:4100
4100:4700  4700:5000
4,1  -1.84822  0.9304  0  2.4484  1.86151  0  0  0  -0.489197  -1.19236  0.849539
:staticas/hidr_dist  0:100  100:150  150:200  200:250  250:300  300:350  350:400  400:450  450:500  500:550
4,1  0.63192  0.585264  0.395339  -0.83411  0  0  0  0  0  0
:staticas/infra  1:2  2:3
4,1  -0.257795  0.0305836
:staticas/libra_dist  0:4400  4400:4500  4500:4600  4600:4900  4900:5200  5200:5500  5500:6200  6200:6400  6400:6600
6600:7600
4,1  -0.169994  0.801533  0  0  0  0  -0.842845  1.48936  0  -1.53096
:staticas/suelo  2:23  23:26  26:84  84:100  100:102  102:107  107:108  108:111  111:112
4,1  -2.04868  -1.94727  0  0  0.310263  0  0  3.19111  0

```



```

:staticas/tenen 1:2 2:3
4,1 0.52771 -0.353205

:staticas/ur_ay 1:2 2:3 3:4
4,1 0 0.416111 -0.298179

:staticas/vias_act_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:550 550:600 600:650 650:700 700:750 750:800 800:950 950:1050
4,1 0.799145 -0.445228 -0.273411 -0.315575 0.00819054 0.284691 0.0977482 -0.102401 -1.25479 -3.07579 -
1.09162 0.718435 1.51017 0.154373 0 0 0 0

:staticas/vias_p15_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:600 600:700 700:800 800:900 900:1000 1000:1100 1100:1250 1250:1500 1500:2050
4,1 2.2192 1.54574 1.06952 0.0776242 -0.439967 -2.64731 0 0 0 0 0 0 0 -2.04818 -
0.060322 0.252608 0.379926 1.06827

:distance/distance_to_1 0:100
4,5 -1.44874

:distance/distance_to_2 0:43 43:87 87:131 131:175 175:262 262:350 350:700 700:800 800:900 900:1000
1000:2400
4,5 -1.51802 1.7515 1.25697 1.66801 2.79545 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_3 0:125 125:250 250:500 500:550 550:600 600:1350 1350:1600 1600:1675 1675:1750
1750:1900 1900:1950 1950:1975 1975:2000 2000:3400
4,5 -3.76094 1.72243 1.28772 0.658317 1.52518 2.47553 0 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_4 0:200 200:300 300:400 400:1500
4,5 0 0 0 0

:distance/distance_to_5 0:100 100:200 200:300 300:400 400:2200
4,5 1.34445 0 0 0 0

:slope/slope_pb 0:10 10:15 15:20 20:25 25:30 30:35 35:40 40:45 45:50 50:55 55:60 60:65 65:70
70:75 75:80 80:90 90:130 130:275
4,5 -2.72921 -0.927182 -0.578108 -0.0811191 0.770211 1.11537 0.624986 0.891034 0.938307 0.464384 -
0.35123 0 0 0 0 0 0

:staticas/altitud 0:2120 2120:2130 2130:2140 2140:2150 2150:2160 2160:2170 2170:2180 2180:2190 2190:2210
2210:2230 2230:2270 2270:2440
4,5 -2.0541 1.83584 1.55163 2.73595 0 0 0 0 0 0 0

:staticas/densid 1:2 2:5 5:6 6:16 16:34 34:36 36:37
4,5 0.388885 0 1.78315 0 0 0 0

:staticas/fall_dist 0:2700 2700:2800 2800:2900 2900:3100 3100:3300 3300:3400 3400:3500 3500:3800 3800:4100
4100:4700 4700:5000

```

```

4,5 -3.26632 2.50899 1.55883 2.38992 3.4647 0 0 0 0 0 0
:staticas/hidr_dist 0:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500 500:550
4,5 1.45503 0.00917924 -3.93651 0 -2.78518 0 0 0 0 0
:staticas/infra 1:2 2:3
4,5 1.89597 -1.24384
:staticas/libra_dist 0:4400 4400:4500 4500:4600 4600:4900 4900:5200 5200:5500 5500:6200 6200:6400 6400:6600
6600:7600
4,5 -1.10849 2.77673 1.68194 0 -2.77206 0 0 0 0 0
:staticas/suelo 2:23 23:26 26:84 84:100 100:102 102:107 107:108 108:111 111:112
4,5 0.585902 0 0 0 -3.59888 0 0 0 0
:staticas/tenen 1:2 2:3
4,5 0 0.356108
:staticas/ur_ay 1:2 2:3 3:4
4,5 0 0 0.425315
:staticas/vias_act_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:550 550:600 600:650 650:700 700:750 750:800 800:950 950:1050
4,5 0.682302 0.287795 0.119496 -0.0515217 -0.76403 -1.03795 -0.49643 -0.167939 0.281104 0.511186
0.860599 0.789172 -1.81349 0 0 0 0 0
:staticas/vias_p15_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:600 600:700 700:800 800:900 900:1000 1000:1100 1100:1250 1250:1500 1500:2050
4,5 -4.69243 1.28025 1.81173 1.90824 0.870393 1.18781 1.52869 1.87402 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0
:distance/distance_to_1 0:100
5,1 0.654793
:distance/distance_to_2 0:43 43:87 87:131 131:175 175:262 262:350 350:700 700:800 800:900 900:1000
1000:2400
5,1 -1.31575 -0.446454 0.555563 1.2171 -0.00320537 0 0 0 0 0 0
:distance/distance_to_3 0:125 125:250 250:500 500:550 550:600 600:1350 1350:1600 1600:1675 1675:1750
1750:1900 1900:1950 1950:1975 1975:2000 2000:3400
5,1 1.71142 0.986979 0 -0.670624 0.720022 -0.260494 0 0 0 0 0 0 0
:distance/distance_to_4 0:200 200:300 300:400 400:1500
5,1 -0.389874 0.579877 -0.689505 -0.384435
:distance/distance_to_5 0:100 100:200 200:300 300:400 400:2200
5,1 0 0 0 0 0

```

```

:slope/slope_pb 0:10 10:15 15:20 20:25 25:30 30:35 35:40 40:45 45:50 50:55 55:60 60:65 65:70
70:75 75:80 80:90 90:130 130:275
5,1 0.337479 0.228942 0.703276 -0.0353297 0.703871 0.920376 -0.0944228 -1.54588 -2.67214 -2.52327 0
0 0 0 0 0 0 0

:staticas/altitud 0:2120 2120:2130 2130:2140 2140:2150 2150:2160 2160:2170 2170:2180 2180:2190 2190:2210
2210:2230 2230:2270 2270:2440
5,1 -3.32585 1.16736 -3.11105 0.426041 1.00536 0.363202 0 0 0 0 0 0

:staticas/densid 1:2 2:5 5:6 6:16 16:34 34:36 36:37
5,1 0 0 -0.152538 0 0 0 0.30993

:staticas/fall_dist 0:2700 2700:2800 2800:2900 2900:3100 3100:3300 3300:3400 3400:3500 3500:3800 3800:4100
4100:4700 4700:5000
5,1 -1.22133 0.833451 -0.273793 0 -1.70676 2.82091 0.721925 0 -1.41441 1.50309 2.50044

:staticas/hidr_dist 0:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500 500:550
5,1 0.358848 -0.0959536 0.154849 -0.0603676 -0.958829 -1.64157 -1.15499 0.499671 0.716534 0.575148

:staticas/infra 1:2 2:3
5,1 0 0.240042

:staticas/libra_dist 0:4400 4400:4500 4500:4600 4600:4900 4900:5200 5200:5500 5500:6200 6200:6400 6400:6600
6600:7600
5,1 -0.176428 1.09501 0 -1.95418 1.32793 0.782528 0 0 -0.821541 2.09581

:staticas/suelo 2:23 23:26 26:84 84:100 100:102 102:107 107:108 108:111 111:112
5,1 -0.878152 0 1.13469 -1.42024 0.35901 0 1.2099 0 -0.0918771

:staticas/tenen 1:2 2:3
5,1 0.182819 -0.108309

:staticas/ur_ay 1:2 2:3 3:4
5,1 0 0.478164 -0.239146

:staticas/vias_act_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:550 550:600 600:650 650:700 700:750 750:800 800:950 950:1050
5,1 0.931255 -1.3127 0 0 -1.60224 0.61271 -0.136252 -3.04761 0 0 -1.97 -0.0560885 1.22588
1.14338 1.61212 1.88869 0 0

:staticas/vias_p15_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:600 600:700 700:800 800:900 900:1000 1000:1100 1100:1250 1250:1500 1500:2050
5,1 1.50616 0.909977 0.284865 1.12796 0.695608 0.311221 -2.56199 0 0 0.796313 0.367332 0 0 -
3.43602 0.734773 0.462414 -0.335865 0 0

:distance/distance_to_1 0:100
5,2 0.714186

```

```

:distance/distance_to_2  0:43  43:87  87:131  131:175  175:262  262:350  350:700  700:800  800:900  900:1000
1000:2400
5,2  -2.33172  2.55737  1.2706  0  0  0  0  0  0  0  0

:distance/distance_to_3  0:125  125:250  250:500  500:550  550:600  600:1350  1350:1600  1600:1675  1675:1750
1750:1900  1900:1950  1950:1975  1975:2000  2000:3400
5,2  0.559166  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0

:distance/distance_to_4  0:200  200:300  300:400  400:1500
5,2  -0.601082  1.39939  -1.00359  0

:distance/distance_to_5  0:100  100:200  200:300  300:400  400:2200
5,2  0  0  0  0  0

:slope/slope_pb  0:10  10:15  15:20  20:25  25:30  30:35  35:40  40:45  45:50  50:55  55:60  60:65  65:70
70:75  75:80  80:90  90:130  130:275
5,2  -1.571  0.844873  1.43757  1.02102  1.28927  -1.905  -1.75613  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0

:staticas/altitud  0:2120  2120:2130  2130:2140  2140:2150  2150:2160  2160:2170  2170:2180  2180:2190  2190:2210
2210:2230  2230:2270  2270:2440
5,2  0.709496  1.69442  0  0  0  0  0  0  0  0  0

:staticas/densid  1:2  2:5  5:6  6:16  16:34  34:36  36:37
5,2  0  0  0  0  0  0  0.669197

:staticas/fall_dist  0:2700  2700:2800  2800:2900  2900:3100  3100:3300  3300:3400  3400:3500  3500:3800  3800:4100
4100:4700  4700:5000
5,2  -2.33858  5.28046  2.14436  0  0  0  0  0  0  0  0

:staticas/hidr_dist  0:100  100:150  150:200  200:250  250:300  300:350  350:400  400:450  450:500  500:550
5,2  -0.509241  0.525106  1.43452  -1.61881  0  0  0  0  0  0

:staticas/infra  1:2  2:3
5,2  0  0.240042

:staticas/libra_dist  0:4400  4400:4500  4500:4600  4600:4900  4900:5200  5200:5500  5500:6200  6200:6400  6400:6600
6600:7600
5,2  -2.79148  3.21394  0  0  0  0  0  0  0  0

:staticas/suelo  2:23  23:26  26:84  84:100  100:102  102:107  107:108  108:111  111:112
5,2  -2.41667  3.17197  0  0  0  0  0  0  0

:staticas/tenen  1:2  2:3
5,2  1.05669  0

:staticas/ur_ay  1:2  2:3  3:4
5,2  0  1.25515  0

```

```

:staticas/vias_act_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:550 550:600 600:650 650:700 700:750 750:800 800:950 950:1050
5,2 0.459985 1.83528 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:staticas/vias_p15_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:600 600:700 700:800 800:900 900:1000 1000:1100 1100:1250 1250:1500 1500:2050
5,2 2.7761 1.78319 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_2 0:43 43:87 87:131 131:175 175:262 262:350 350:700 700:800 800:900 900:1000
1000:2400
5,3 1.09234 1.08941 0.277627 -0.704673 -1.12697 -1.12697 -1.12697 -1.12697 -1.12697 -1.12697

:distance/distance_to_3 0:125 125:250 250:500 500:550 550:600 600:1350 1350:1600 1600:1675 1675:1750
1750:1900 1900:1950 1950:1975 1975:2000 2000:3400
5,3 2.00901 1.5 1.27027 1.27027 1.27027 1.27027 1.27027 1.27027 1.27027 1.09009 0.783784 0.279279
-0.513514 -2.0991

:distance/distance_to_4 0:200 200:300 300:400 400:1500
5,3 -0.513186 -0.286303 -0.509367 1.00627

:slope/slope_pb 0:10 10:15 15:20 20:25 25:30 30:35 35:40 40:45 45:50 50:55 55:60 60:65 65:70
70:75 75:80 80:90 90:130 130:275
5,3 1.2 1.19868 1.21634 1.0574 0.933775 0.725821 0.489328 0.223493 -0.0905077 -0.426049 -0.779249 -
1.09713 -1.43267 -1.76821 -2.06843 -2.06843 -2.06843

:staticas/altitud 0:2120 2120:2130 2130:2140 2140:2150 2150:2160 2160:2170 2170:2180 2180:2190 2190:2210
2210:2230 2230:2270 2270:2440
5,3 0 0.119718 0.542253 1.26056 1.70423 1.68276 1.1338 0.5 0.140845 0 0 0

:staticas/densid 1:2 2:5 5:6 6:16 16:34 34:36 36:37
5,3 4 3 3 3 4 4 -4

:staticas/fall_dist 0:2700 2700:2800 2800:2900 2900:3100 3100:3300 3300:3400 3400:3500 3500:3800 3800:4100
4100:4700 4700:5000
5,3 -6.84817 -4.18919 -1.87822 0 0 0 0 0 0 0 0

:staticas/hidr_dist 0:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500 500:550
5,3 -1 0 0 0 0 0 0 0

:staticas/infra 1:2 2:3
5,3 2 0

:staticas/libra_dist 0:4400 4400:4500 4500:4600 4600:4900 4900:5200 5200:5500 5500:6200 6200:6400 6400:6600
6600:7600
5,3 3 2.12613 1.45946 0.954955 0.504505 0.234234 -0.108108 -0.45045 -0.630631 -0.702703

:staticas/suelo 2:23 23:26 26:84 84:100 100:102 102:107 107:108 108:111 111:112
5,3 0.609546 -0.924203 0 0 0 0 1.80847 0 0.848954

```

```

:staticas/tenen 1:2 2:3
5,3 2 0

:staticas/ur_ay 1:2 2:3 3:4
5,3 3 -1 2

:staticas/vias_act_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:550 550:600 600:650 650:700 700:750 750:800 800:950 950:1050
5,3 1.76577 1.67568 1.38739 1.06306 0.864865 0.684685 0.558559 0.468468 0.414414 0.306306 0.252252
0.162162 0.126126 0.0720721 0 0 0 0

:staticas/vias_p15_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:600 600:700 700:800 800:900 900:1000 1000:1100 1100:1250 1250:1500 1500:2050
5,3 2.75676 2.57432 2.14865 1.68243 1.17568 0.72973 0.466216 0.304054 0.141892 0.0405405 0 0 0
0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_1 0:100
5,4 0.162381

:distance/distance_to_2 0:43 43:87 87:131 131:175 175:262 262:350 350:700 700:800 800:900 900:1000
1000:2400
5,4 -0.335978 -1.05557 0.0461484 -0.286709 -0.102758 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_3 0:125 125:250 250:500 500:550 550:600 600:1350 1350:1600 1600:1675 1675:1750
1750:1900 1900:1950 1950:1975 1975:2000 2000:3400
5,4 1.85201 1.16498 -1.03546 -0.607554 -0.443482 0.222945 0 0 0 0 0 0 0 0

:distance/distance_to_4 0:200 200:300 300:400 400:1500
5,4 -0.27049 -0.0231133 0.652574 0.213957

:slope/slope_pb 0:10 10:15 15:20 20:25 25:30 30:35 35:40 40:45 45:50 50:55 55:60 60:65 65:70
70:75 75:80 80:90 90:130 130:275
5,4 -1.48331 0.382067 0.264613 -0.492228 -0.00376245 0.755681 0.914595 0.13216 -0.0295824 0.00861972 -
0.336988 -0.88485 -0.599206 -0.701572 -0.333417 -0.116895 -0.378306 -0.141679

:staticas/altitud 0:2120 2120:2130 2130:2140 2140:2150 2150:2160 2160:2170 2170:2180 2180:2190 2190:2210
2210:2230 2230:2270 2270:2440
5,4 -1.357 -0.876314 0.109219 1.00587 0.222124 0.750484 0.351594 0.100451 -0.885936 0 0 0

:staticas/densid 1:2 2:5 5:6 6:16 16:34 34:36 36:37
5,4 0.872805 0 -0.746171 -4.63556 0 0 0.466521

:staticas/fall_dist 0:2700 2700:2800 2800:2900 2900:3100 3100:3300 3300:3400 3400:3500 3500:3800 3800:4100
4100:4700 4700:5000
5,4 -1.82682 0.766433 -0.461547 -0.396943 -2.04788 -0.843195 2.36442 1.09875 0 -1.43383 0.904113

:staticas/hidr_dist 0:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500 500:550

```

```

5,4 0.0457666 0.326977 0.47366 0.213048 -0.526151 -0.733853 -0.870084 -2.10957 0 0

:staticas/infra 1:2 2:3
5,4 -4.59172 0.235769

:staticas/libra_dist 0:4400 4400:4500 4500:4600 4600:4900 4900:5200 5200:5500 5500:6200 6200:6400 6400:6600
6600:7600
5,4 -1.60628 0.215471 -0.23329 -2.18693 0.101267 0.646167 -0.299083 -1.92946 -3.39524 -2.20084

:staticas/suelo 2:23 23:26 26:84 84:100 100:102 102:107 107:108 108:111 111:112
5,4 -5.25245 -1.054 -3.56504 -1.8508 0.253612 -0.772505 0 -1.17598 -2.10308

:staticas/tenen 1:2 2:3
5,4 0.531838 -0.468956

:staticas/ur_ay 1:2 2:3 3:4
5,4 -0.694025 0.914042 -0.920405

:staticas/vias_act_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:550 550:600 600:650 650:700 700:750 750:800 800:950 950:1050
5,4 -0.374861 -0.744563 -0.614844 -0.216212 -0.251856 -0.074645 0.31376 0.136019 0.0745174 0.00805045
0.168308 0.496767 0.963678 0.56757 0.584173 0.148445 -0.398944 0

:staticas/vias_p15_dist 0:50 50:100 100:150 150:200 200:250 250:300 300:350 350:400 400:450 450:500
500:600 600:700 700:800 800:900 900:1000 1000:1100 1100:1250 1250:1500 1500:2050
5,4 0.434297 0.174712 0.0818182 -0.0138093 -0.112738 0.0827187 0.479978 0.832341 1.01444 0.695465
1.01471 0.379019 -0.526609 -0.577591 -2.4409 -5.42048 -4.41741 0 0

```

Anexo Capítulo III-B: Análisis de correlación de variables que controlan los cambios

Variable First	Variable Second	----- Cramer -----		----- Entropy -----		
		Chi^2	Cramer	Contingency	Entropy	Joint Information Uncertainty
distance/distance_to_1	distance/distance_to_2	18710.4	0.172007	0.236361	1.53382	0.0342196
distance/distance_to_1	distance/distance_to_3	43543.9	0.262402	0.34791	1.93207	0.0737293
distance/distance_to_1	distance/distance_to_4	16254.6	0.160322	0.221117	1.30219	0.0547071
distance/distance_to_1	distance/distance_to_5	10373.5	0.128076	0.178226	1.89672	0.0169108
distance/distance_to_1	slope/slope_pb	50004.7	0.281196	0.369525	2.41518	0.0603413
distance/distance_to_1	staticas/altitud	22739.4	0.189624	0.259017	2.48481	0.0237246
distance/distance_to_1	staticas/densid	47228.2	0.273278	0.360488	1.78137	0.088303
distance/distance_to_1	staticas/fall_dist	31099.8	0.22176	0.299245	1.99563	0.0376297
distance/distance_to_1	staticas/hidr_dist	2228.32	0.0593599	0.0836534	2.20927	0.00312776
distance/distance_to_1	staticas/infra	11469.7	0.134673	0.187093	1.07813	0.0381643
distance/distance_to_1	staticas/libra_dist	21139.8	0.182833	0.250332	1.92743	0.0295564
distance/distance_to_1	staticas/suelo	36243.6	0.239398	0.320679	2.06374	0.0526659
distance/distance_to_1	staticas/tenen	265.999	0.020509	0.0289919	1.15262	0.000598991
distance/distance_to_1	staticas/ur_ay	23806	0.19402	0.264606	1.44866	0.0601287
distance/distance_to_1	staticas/vias_act_dist	11861.7	0.136955	0.190149	3.0163	0.0130113
distance/distance_to_1	staticas/vias_p15_dist	57125.2	0.300551	0.391174	3.02381	0.0564833
distance/distance_to_2	distance/distance_to_3	188960	0.386522	0.611604	2.32815	0.235118
distance/distance_to_2	distance/distance_to_4	17433.4	0.117403	0.22859	1.94592	0.0312908
distance/distance_to_2	distance/distance_to_5	22188	0.132449	0.256066	2.51251	0.02788
distance/distance_to_2	slope/slope_pb	56457.9	0.211277	0.389231	3.0253	0.0572034
distance/distance_to_2	staticas/altitud	126022	0.315655	0.533831	2.96548	0.110459
distance/distance_to_2	staticas/densid	80496.4	0.252277	0.450463	2.36255	0.10369
distance/distance_to_2	staticas/fall_dist	123492	0.31247	0.529963	2.47399	0.135818
distance/distance_to_2	staticas/hidr_dist	11711.7	0.0962276	0.188987	2.81147	0.0149559
distance/distance_to_2	staticas/infra	8896.07	0.0838664	0.165422	1.7052	0.0174768
distance/distance_to_2	staticas/libra_dist	115045	0.301594	0.516501	2.39723	0.139301
distance/distance_to_2	staticas/suelo	70129.1	0.235471	0.42606	2.63535	0.0764058
distance/distance_to_2	staticas/tenen	6177.44	0.0698865	0.138427	1.76392	0.011522
distance/distance_to_2	staticas/ur_ay	34460.7	0.165063	0.313486	2.05347	0.0565353
distance/distance_to_2	staticas/vias_act_dist	20679.6	0.127867	0.247761	3.62241	0.0182042
distance/distance_to_2	staticas/vias_p15_dist	75635.8	0.244542	0.439351	3.61325	0.0632907
distance/distance_to_3	distance/distance_to_4	30965.1	0.118279	0.298654	2.35911	0.0522073
distance/distance_to_3	distance/distance_to_5	28024.4	0.112522	0.28533	2.94687	0.0311682
distance/distance_to_3	slope/slope_pb	142262	0.253522	0.557049	3.31983	0.134858
distance/distance_to_3	staticas/altitud	170113	0.277229	0.59144	3.32335	0.145626
distance/distance_to_3	staticas/densid	325737	0.383622	0.71234	2.48692	0.306621
distance/distance_to_3	staticas/fall_dist	241654	0.330421	0.658168	2.72886	0.239297
distance/distance_to_3	staticas/hidr_dist	34878.5	0.12553	0.315193	3.22083	0.0349669
distance/distance_to_3	staticas/infra	68622.8	0.176078	0.422283	2.0613	0.0964349
distance/distance_to_3	staticas/libra_dist	164708	0.272789	0.585229	2.75131	0.179264
distance/distance_to_3	staticas/suelo	108800	0.22171	0.505965	3.00785	0.111547
distance/distance_to_3	staticas/tenen	23204.1	0.102389	0.261471	2.1812	0.0346359
distance/distance_to_3	staticas/ur_ay	204531	0.303983	0.626719	2.23197	0.255388
distance/distance_to_3	staticas/vias_act_dist	122776	0.23552	0.528855	3.91287	0.0918335
distance/distance_to_3	staticas/vias_p15_dist	150741	0.260967	0.568179	3.91806	0.123904
distance/distance_to_4	distance/distance_to_5	190255	0.346898	0.612911	2.18818	0.118763
distance/distance_to_4	slope/slope_pb	23491.8	0.121897	0.262976	2.84868	0.0304106
distance/distance_to_4	staticas/altitud	29598.8	0.136827	0.292567	2.86332	0.0368946
distance/distance_to_4	staticas/densid	84147.3	0.230704	0.45846	2.12431	0.128376
distance/distance_to_4	staticas/fall_dist	22363.8	0.118934	0.257012	2.3851	0.0389993
distance/distance_to_4	staticas/hidr_dist	27960	0.132985	0.285029	2.5713	0.0303683
distance/distance_to_4	staticas/infra	2820.2	0.0422351	0.0940223	1.49344	0.00679195
distance/distance_to_4	staticas/libra_dist	48724	0.175552	0.365401	2.2527	0.0868707
distance/distance_to_4	staticas/suelo	127419	0.283891	0.535936	2.33009	0.149489
distance/distance_to_4	staticas/tenen	14909.3	0.0971097	0.212199	1.52678	0.0330475
distance/distance_to_4	staticas/ur_ay	48094.9	0.174415	0.363348	1.81075	0.0853814
distance/distance_to_4	staticas/vias_act_dist	17822.6	0.106174	0.230993	3.40102	0.0191968
distance/distance_to_4	staticas/vias_p15_dist	50838.1	0.17932	0.372168	3.416	0.0533481
distance/distance_to_5	slope/slope_pb	25390.2	0.115685	0.272634	3.42355	0.0254738
distance/distance_to_5	staticas/altitud	39695.1	0.144648	0.33397	3.42568	0.0379501
distance/distance_to_5	staticas/densid	48617.9	0.160082	0.365057	2.75651	0.0628395
distance/distance_to_5	staticas/fall_dist	26288.5	0.117714	0.277051	2.96452	0.028
distance/distance_to_5	staticas/hidr_dist	26356.9	0.117866	0.277383	3.14336	0.0261663
distance/distance_to_5	staticas/infra	31835.8	0.129539	0.302444	2.02096	0.0499029

distance/distance_to_5	staticas/libra_dist	34445.9	0.134745	0.313426	2.87641	0.035959
distance/distance_to_5	staticas/suelo	111315	0.242225	0.510271	2.91651	0.113768
distance/distance_to_5	staticas/tenen	34851	0.135535	0.315081	2.07089	0.0523792
distance/distance_to_5	staticas/ur_ay	35190	0.136193	0.316457	2.4005	0.0527901
distance/distance_to_5	staticas/vias_act_dist	37529	0.140646	0.325723	3.95071	0.0286157
distance/distance_to_5	staticas/vias_p15_dist	55802.3	0.171502	0.387305	3.98978	0.0459939
slope/slope_pb	staticas/altitud	94597.2	0.1517	0.479872	3.92005	0.073383
slope/slope_pb	staticas/densid	136740	0.189835	0.549449	3.19464	0.133617
slope/slope_pb	staticas/fall_dist	106443	0.167489	0.501847	3.42046	0.0912809
slope/slope_pb	staticas/hidr_dist	29688.4	0.0884549	0.292971	3.71223	0.0266964
slope/slope_pb	staticas/infra	38352.6	0.100537	0.328895	2.58721	0.0474617
slope/slope_pb	staticas/libra_dist	84434.7	0.149173	0.459078	3.37523	0.0748676
slope/slope_pb	staticas/suelo	56398.6	0.121917	0.389057	3.57896	0.0495253
slope/slope_pb	staticas/tenen	22081.3	0.0762854	0.25549	2.66746	0.0270311
slope/slope_pb	staticas/ur_ay	80346.1	0.145516	0.450127	2.90336	0.0917799
slope/slope_pb	staticas/vias_act_dist	64894.1	0.103931	0.412654	4.48251	0.0449116
slope/slope_pb	staticas/vias_p15_dist	102545	0.130647	0.494859	4.50132	0.0685668
staticas/altitud	staticas/densid	131400	0.178791	0.541817	3.24724	0.119177
staticas/altitud	staticas/fall_dist	445376	0.329163	0.764728	3.15616	0.250717
staticas/altitud	staticas/hidr_dist	76990.4	0.142445	0.442504	3.66456	0.0645475
staticas/altitud	staticas/infra	12439.3	0.0572568	0.194553	2.65379	0.0154337
staticas/altitud	staticas/libra_dist	128076	0.183722	0.536917	3.33936	0.108451
staticas/altitud	staticas/suelo	143115	0.194209	0.558196	3.46888	0.121964
staticas/altitud	staticas/tenen	45709.9	0.109757	0.35539	2.64603	0.0603322
staticas/altitud	staticas/ur_ay	71943.3	0.137697	0.430526	2.93845	0.084029
staticas/altitud	staticas/vias_act_dist	80092.5	0.139586	0.44956	4.49206	0.0510855
staticas/altitud	staticas/vias_p15_dist	187907	0.213806	0.610535	4.40636	0.119128
staticas/densid	staticas/fall_dist	475112	0.369591	0.774862	2.75151	0.139385
staticas/densid	staticas/hidr_dist	43322.3	0.111604	0.347131	3.06766	0.0434508
staticas/densid	staticas/infra	128234	0.192011	0.537154	1.79181	0.228942
staticas/densid	staticas/libra_dist	165763	0.218307	0.586458	2.57407	0.212343
staticas/densid	staticas/suelo	100741	0.170187	0.491549	2.87778	0.108698
staticas/densid	staticas/tenen	72328.1	0.144204	0.431462	1.95473	0.118046
staticas/densid	staticas/ur_ay	405915	0.341618	0.749747	1.73151	0.566832
staticas/densid	staticas/vias_act_dist	131652	0.194552	0.542184	3.75724	0.101838
staticas/densid	staticas/vias_p15_dist	162898	0.216412	0.583103	3.75684	0.137624
staticas/fall_dist	staticas/hidr_dist	33129.6	0.0934407	0.307957	3.26223	0.0242971
staticas/fall_dist	staticas/infra	27317	0.0848486	0.281996	2.17623	0.0153884
staticas/fall_dist	staticas/libra_dist	206977	0.233555	0.62898	2.75376	0.192924
staticas/fall_dist	staticas/suelo	114148	0.173445	0.515019	3.03618	0.109318
staticas/fall_dist	staticas/tenen	57515.7	0.123118	0.392304	2.16963	0.0688739
staticas/fall_dist	staticas/ur_ay	77860.4	0.143247	0.444505	2.45729	0.0999712
staticas/fall_dist	staticas/vias_act_dist	59626.9	0.125357	0.398316	4.047	0.0397469
staticas/fall_dist	staticas/vias_p15_dist	122522	0.179695	0.52846	4.01528	0.0900976
staticas/hidr_dist	staticas/infra	540718	0.377497	0.794357	2.32848	0.0366443
staticas/hidr_dist	staticas/libra_dist	340864	0.299722	0.720256	3.18368	0.0265981
staticas/hidr_dist	staticas/suelo	384028	0.318134	0.740563	3.29511	0.0563049
staticas/hidr_dist	staticas/tenen	535895	0.37581	0.793041	2.39008	0.0294895
staticas/hidr_dist	staticas/ur_ay	416534	0.331325	0.753967	2.71704	0.034987
staticas/hidr_dist	staticas/vias_act_dist	53443.1	0.118679	0.380237	4.22833	0.0369416
staticas/hidr_dist	staticas/vias_p15_dist	56054.8	0.121544	0.388049	4.30053	0.0378685
staticas/infra	staticas/libra_dist	366680	0.310865	0.732777	2.04705	0.0623894
staticas/infra	staticas/suelo	410100	0.328756	0.751427	2.17321	0.0911087
staticas/infra	staticas/tenen	2.33362e+06	0.784231	0.938441	1.27079	0.0631419
staticas/infra	staticas/ur_ay	2.22306e+06	0.765427	0.935668	1.47824	0.210132
staticas/infra	staticas/vias_act_dist	84283.5	0.149039	0.458753	3.07801	0.0727969
staticas/infra	staticas/vias_p15_dist	82291.9	0.147268	0.454432	3.1691	0.0616558
staticas/libra_dist	staticas/suelo	215712	0.238433	0.636821	3.30809	0.154094
staticas/libra_dist	staticas/tenen	482534	0.356609	0.777254	2.11822	0.0472277
staticas/libra_dist	staticas/ur_ay	511471	0.367146	0.786107	2.21466	0.234642
staticas/libra_dist	staticas/vias_act_dist	58106.2	0.123748	0.394001	3.98802	0.0313363
staticas/libra_dist	staticas/vias_p15_dist	57356.7	0.122948	0.391845	4.04064	0.0419164
staticas/suelo	staticas/tenen	510186	0.366685	0.785729	2.24422	0.0758366
staticas/suelo	staticas/ur_ay	443296	0.341803	0.763984	2.51145	0.120335
staticas/suelo	staticas/vias_act_dist	115224	0.174261	0.516797	4.07973	0.0640542
staticas/suelo	staticas/vias_p15_dist	161793	0.206494	0.581794	3.98809	0.140902
staticas/tenen	staticas/ur_ay	1.73321e+06	0.675856	0.919626	1.56977	0.166496
staticas/tenen	staticas/vias_act_dist	60060.3	0.125812	0.399553	3.16703	0.0499371
staticas/tenen	staticas/vias_p15_dist	69910.9	0.135738	0.425516	3.23933	0.050808
staticas/ur_ay	staticas/vias_act_dist	125896	0.182152	0.533639	3.41044	0.0993643

staticas/ur_ay	staticas/vias_p15_dist	153040	0.200831	0.571091	3.42176	0.132414
staticas/vias_act_dist	staticas/vias_p15_dist	463811	0.277852	0.771117	4.73463	0.181383

Functor "DetermineWeightsOfEvidenceCorrelation" ran successfully (elapsed 40 s).

Functor "Block" ran successfully (elapsed 46 s).

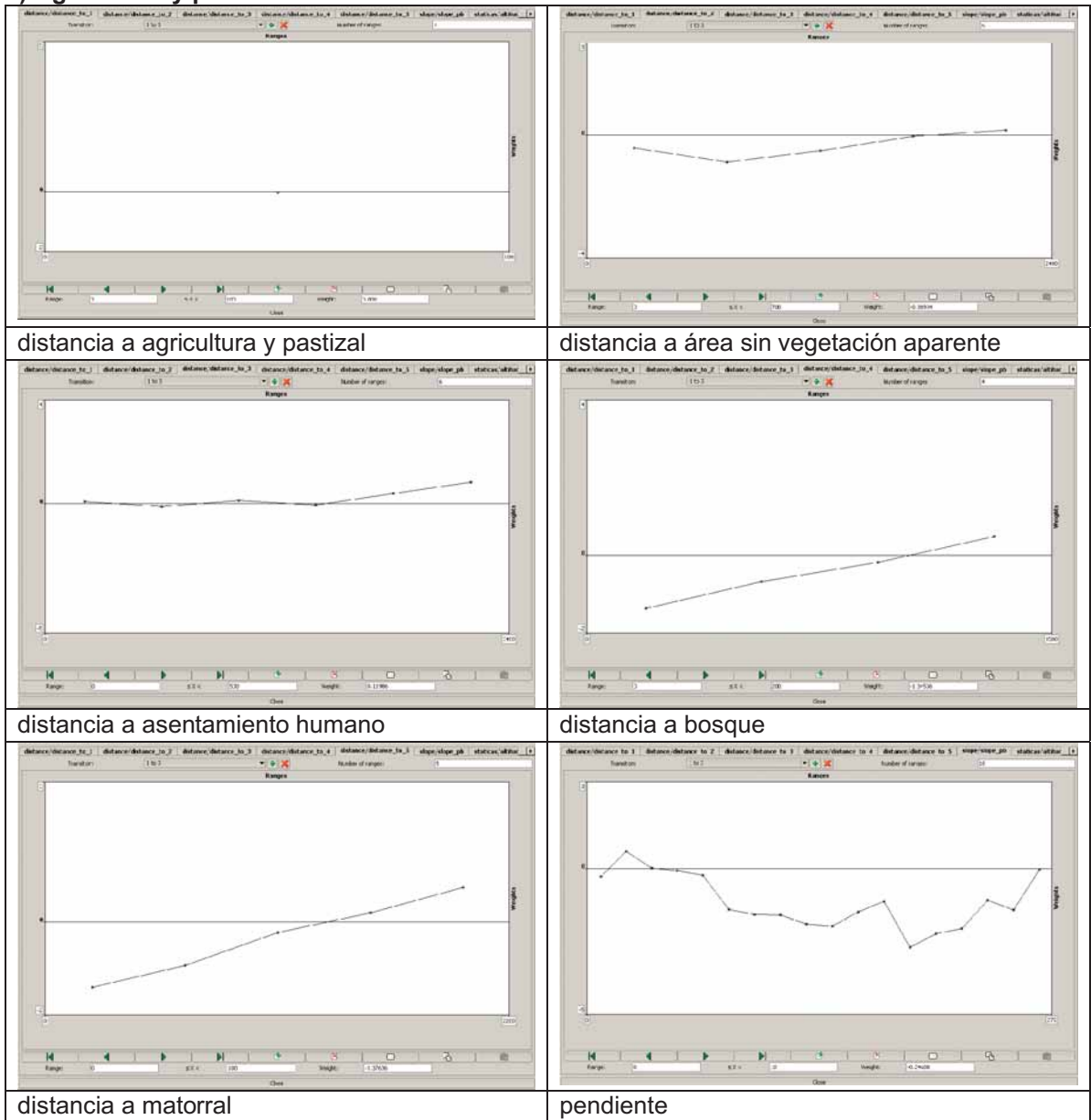
Model script ran successfully (elapsed 46 s [00h00m46s]).

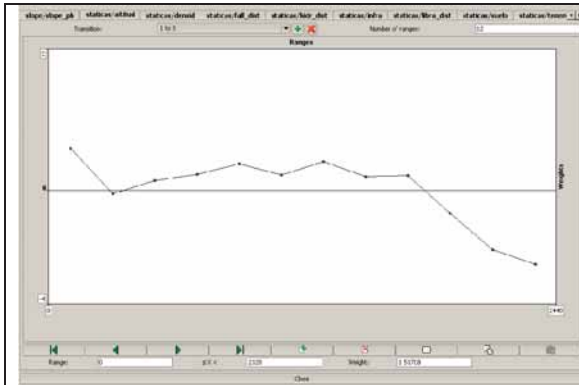
Nota: En recuadro aquellas combinaciones de variables reportaron correlación estadística

Anexo Capítulo III-C: Comportamiento de los pesos de evidencia de las variables para cada transición

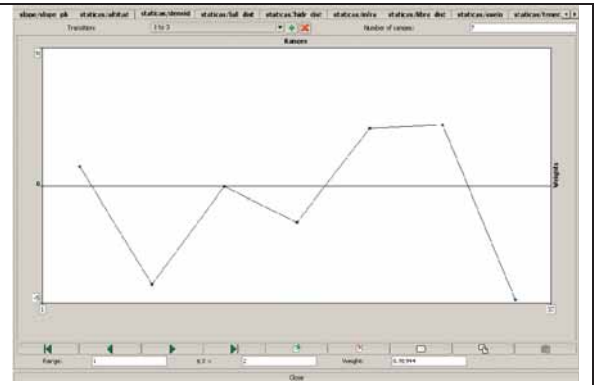
(Sin modificaciones)

1) Agricultura y pastizal a Asentamiento humano

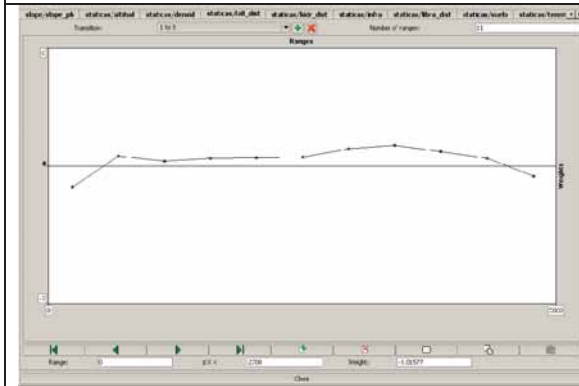




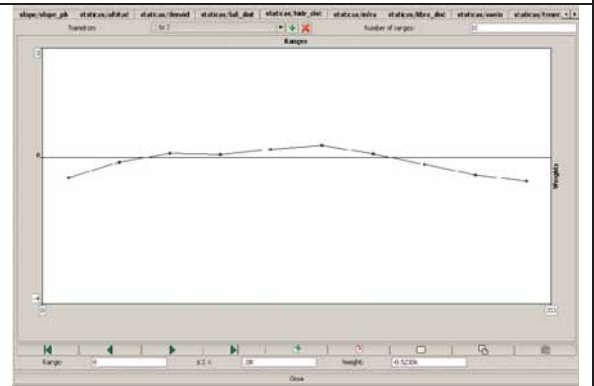
elevación (altitud)



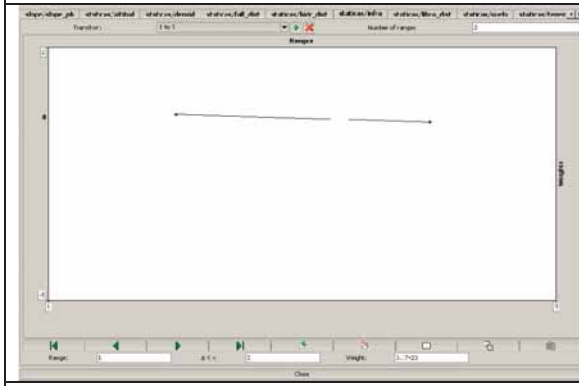
densidad de unidades habitacionales permitida



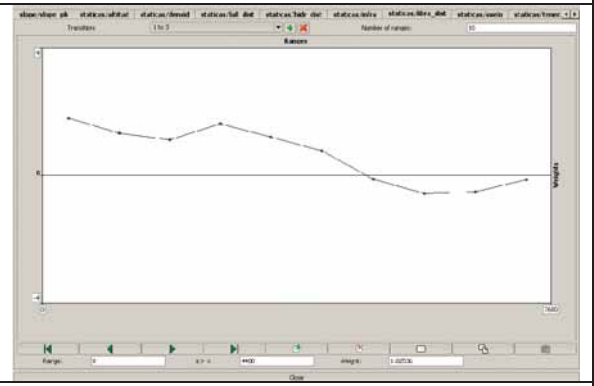
distancia a fallas



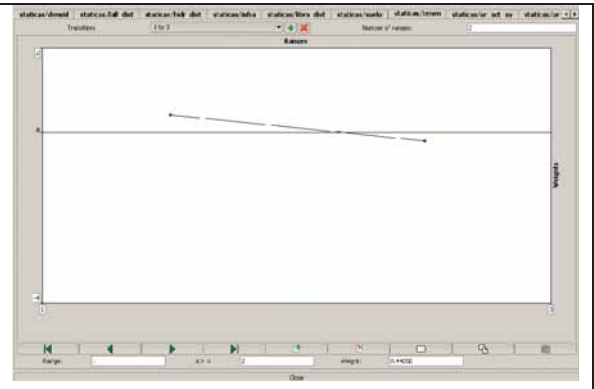
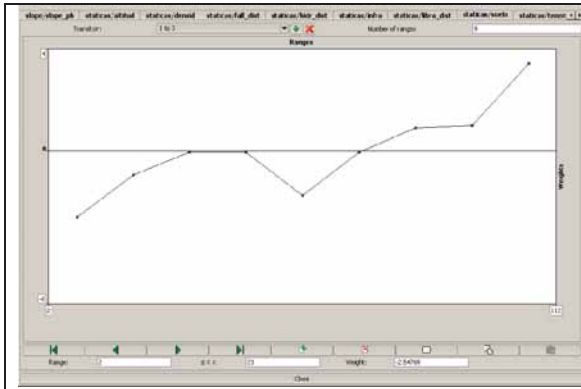
distancia a ríos



Infraestructura a construir (programada)

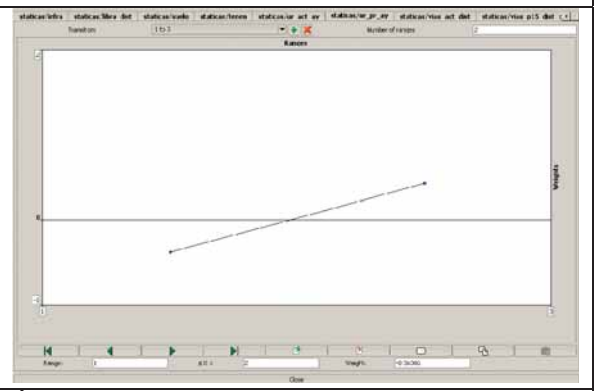
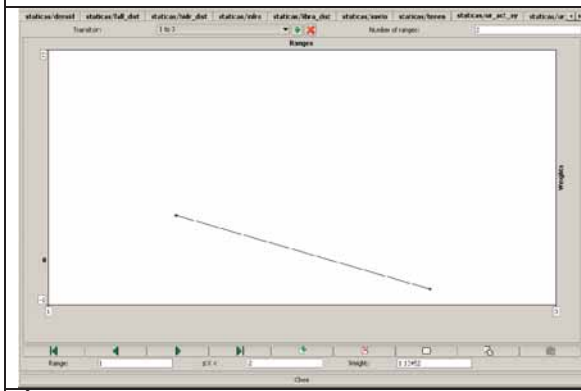


distancia al libramiento



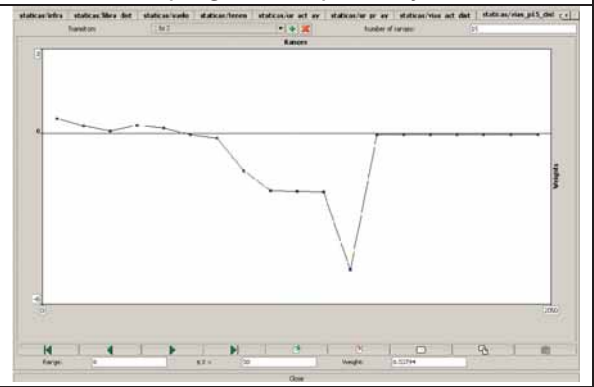
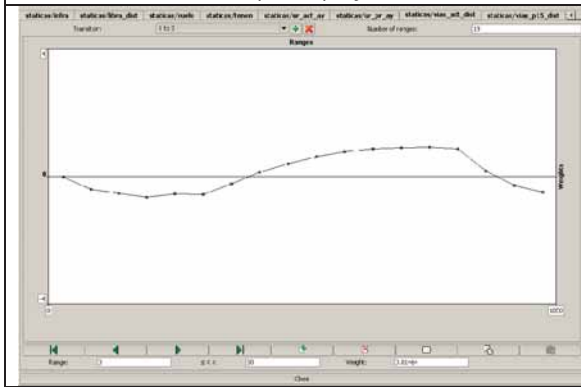
Suelo

tenencia de la tierra



Área urbana actual (2004) ayuntamiento

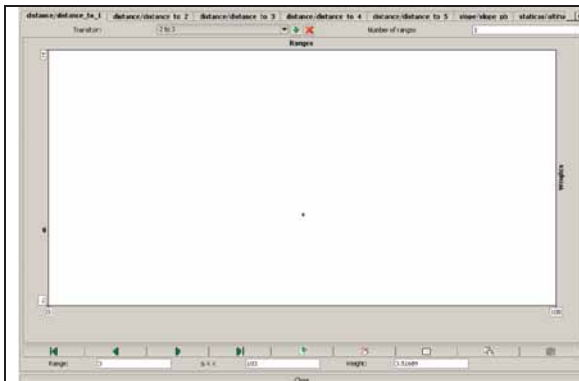
Área urbana programada por el ayuntamiento



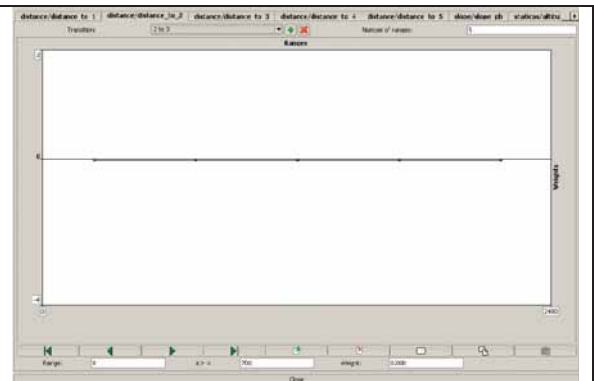
Distancia a vías actuales (2004)

Distancia a vías programadas (2015)

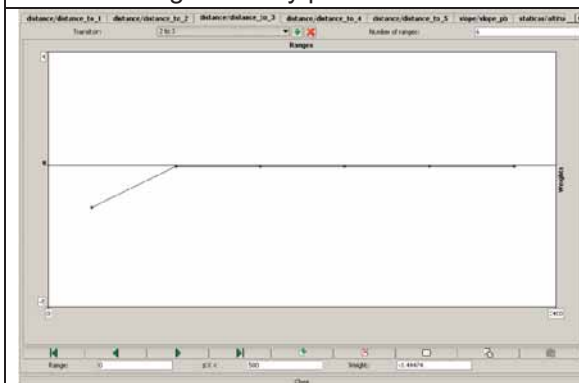
2) Área sin vegetación aparente a Asentamiento humano



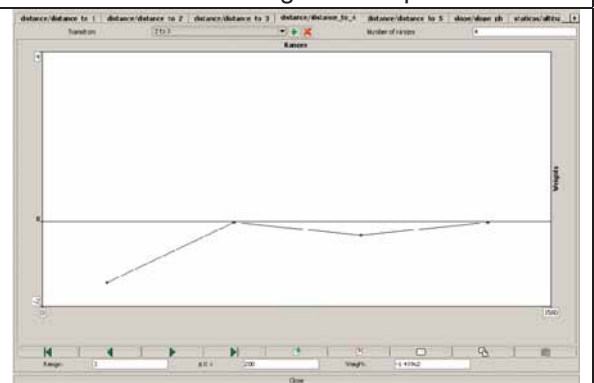
distancia a agricultura y pastizal



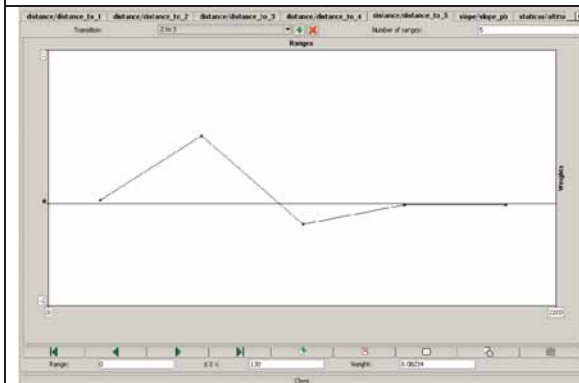
distancia a área sin vegetación aparente



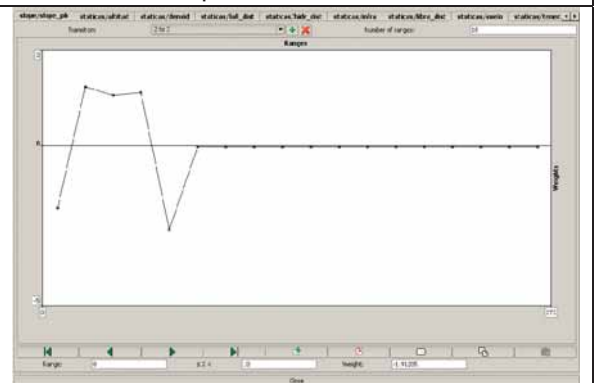
distancia a asentamiento humano



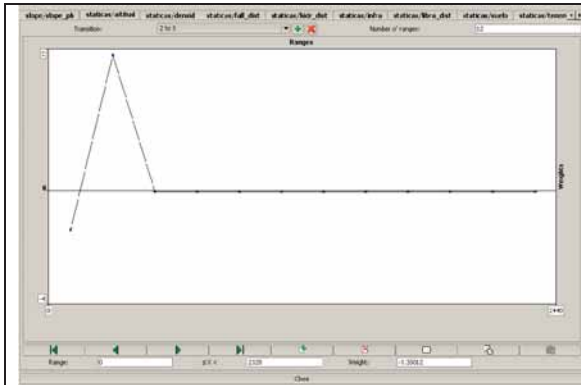
distancia a bosque



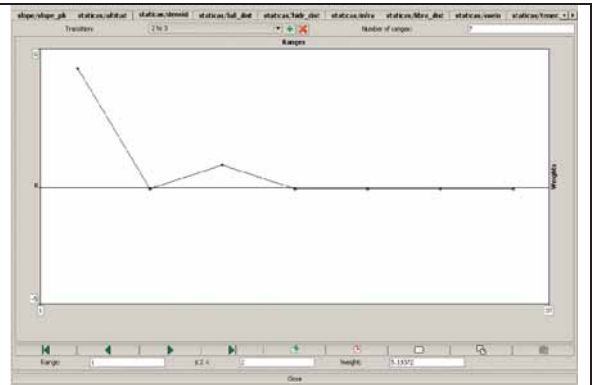
distancia a matorral



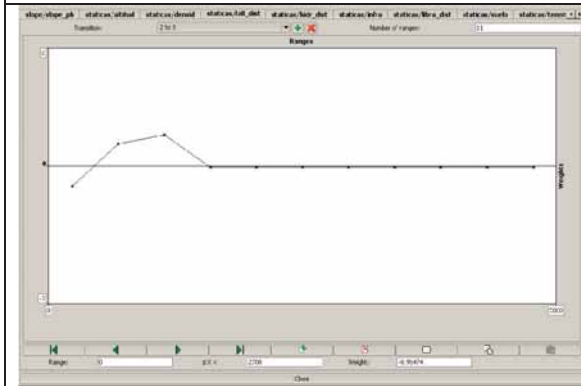
pendiente



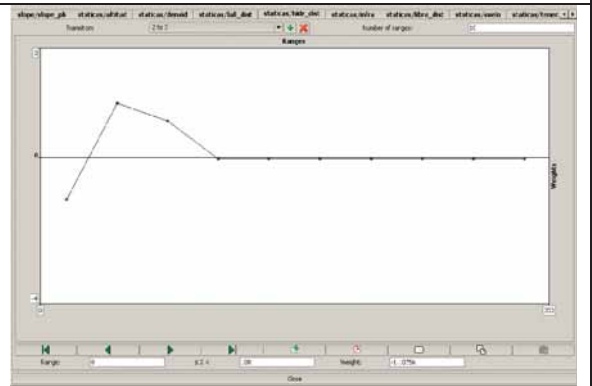
elevación (altitud)



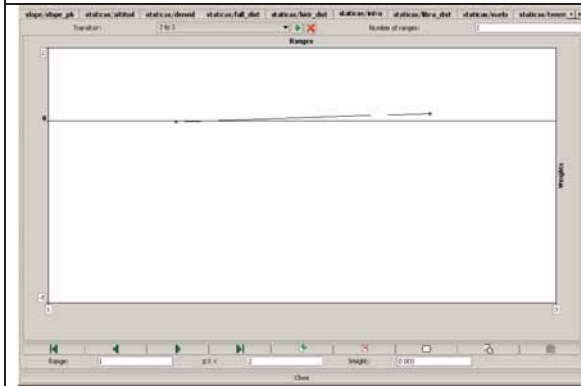
densidad de unidades habitacionales permitida



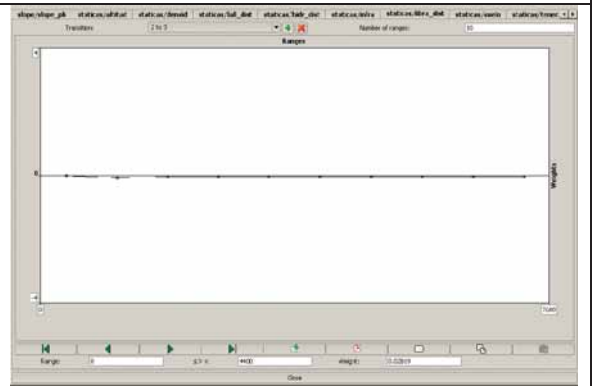
distancia a fallas



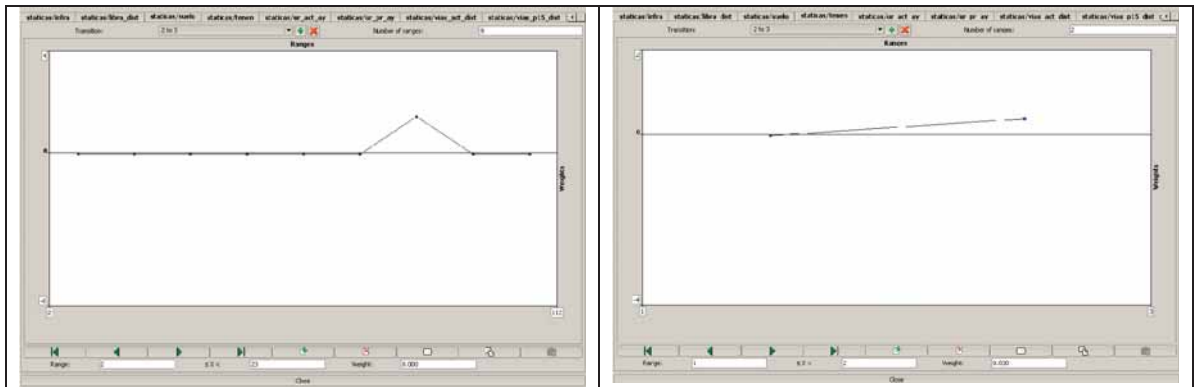
distancia a ríos



Infraestructura a construir (programada)

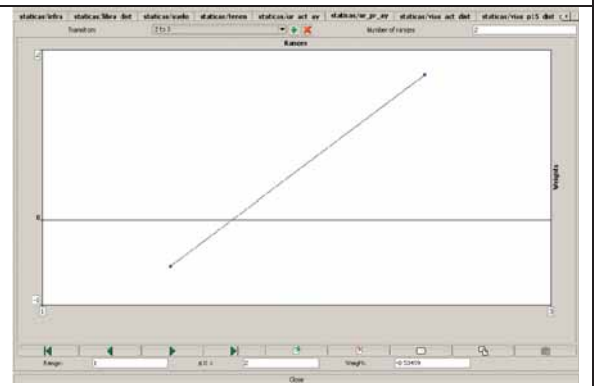
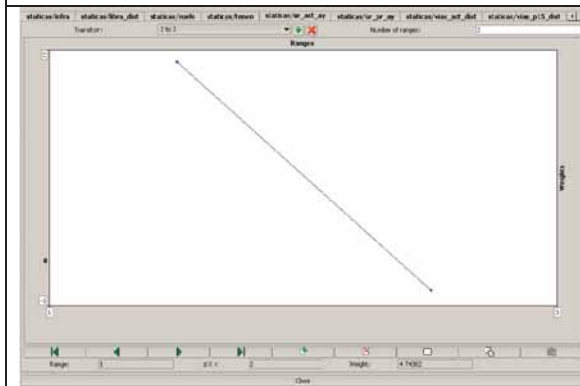


distancia al libramiento



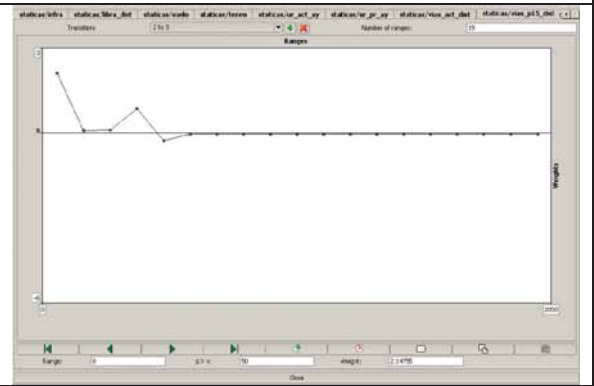
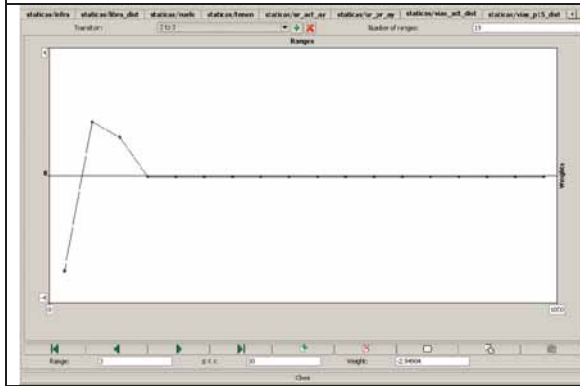
Suelos

tenencia de la tierra



Área urbana actual (2004) ayuntamiento

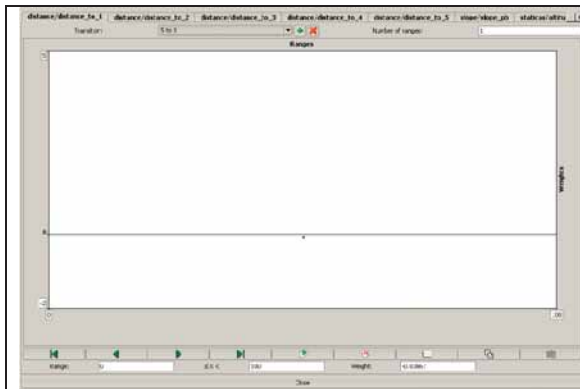
Área urbana programada por el ayuntamiento



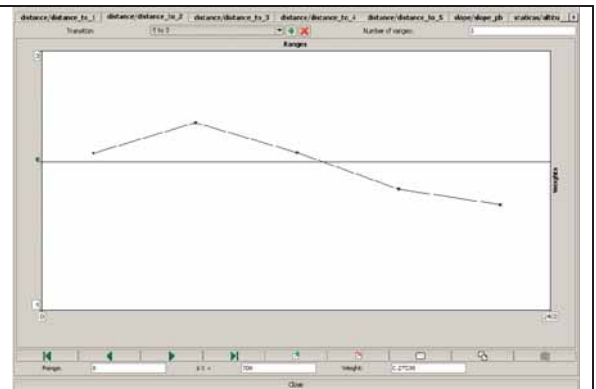
Distancia a vías actuales (2004)

Distancia a vías programadas (2015)

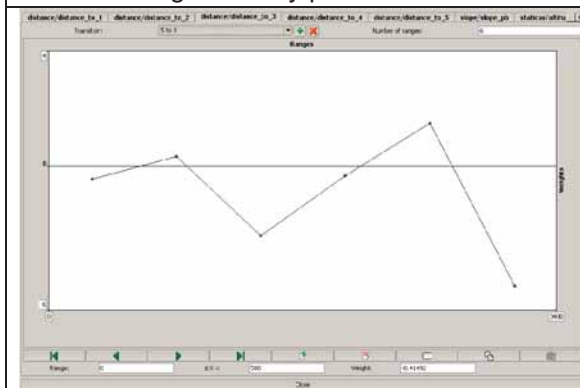
3) Matorral a Asentamiento humano



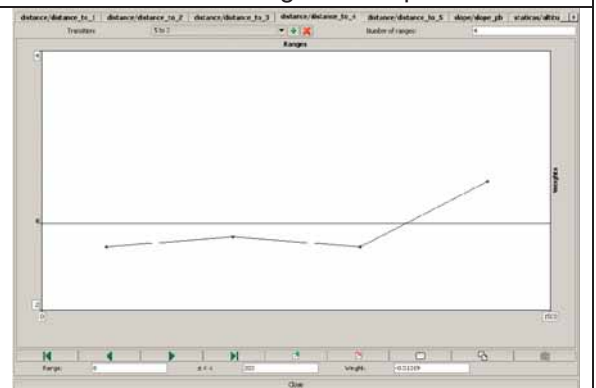
distancia a agricultura y pastizal



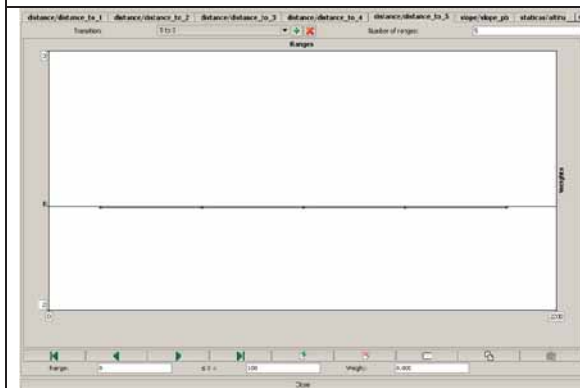
distancia a área sin vegetación aparente



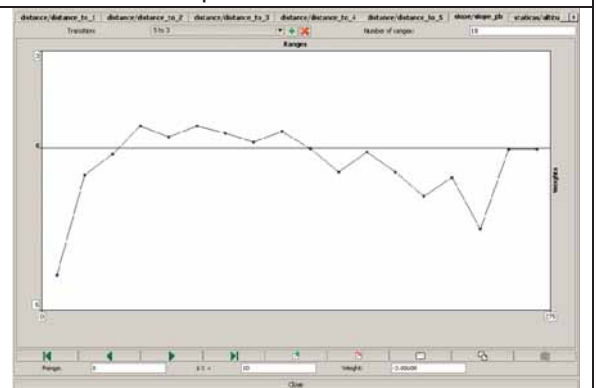
distancia a asentamiento humano



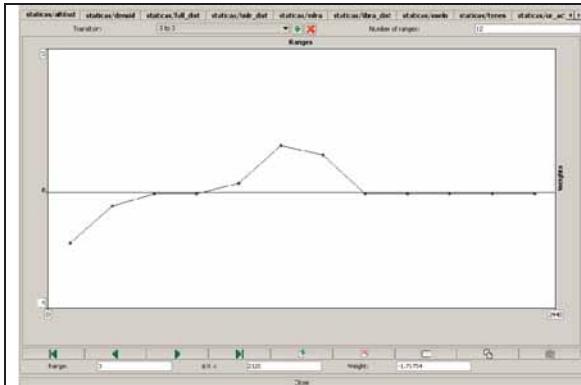
distancia a bosque



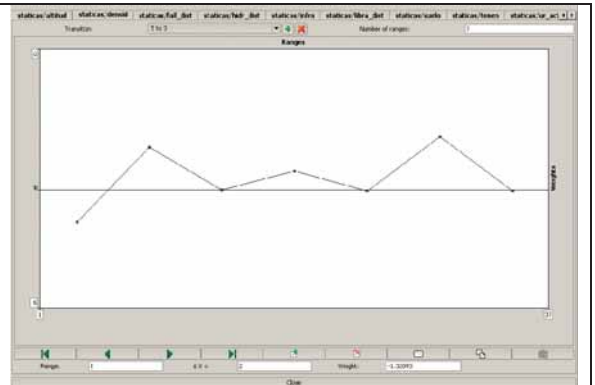
distancia a matorral



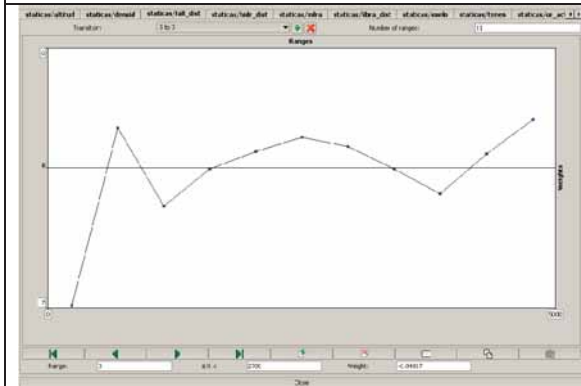
pendiente



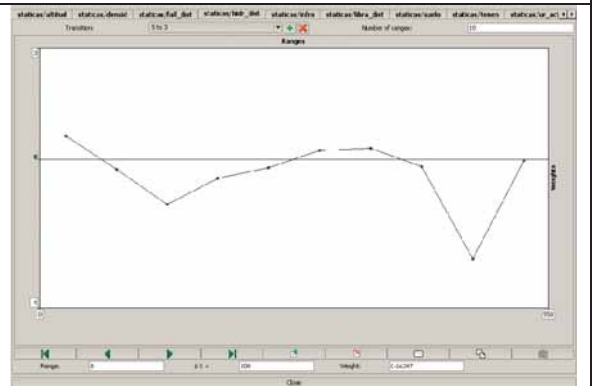
Elevación (Altitud)



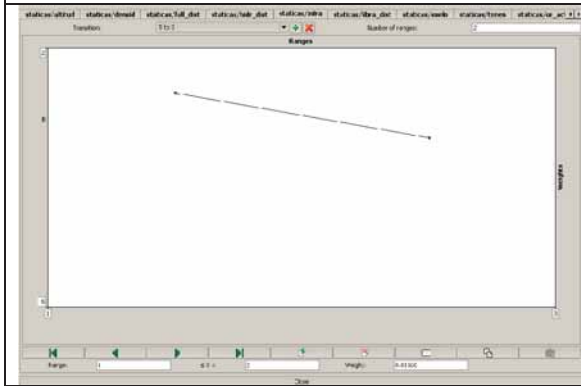
densidad de unidades habitacionales permitida



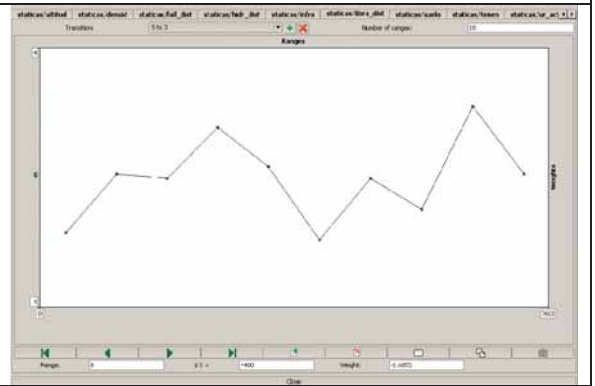
Distancia a fallas



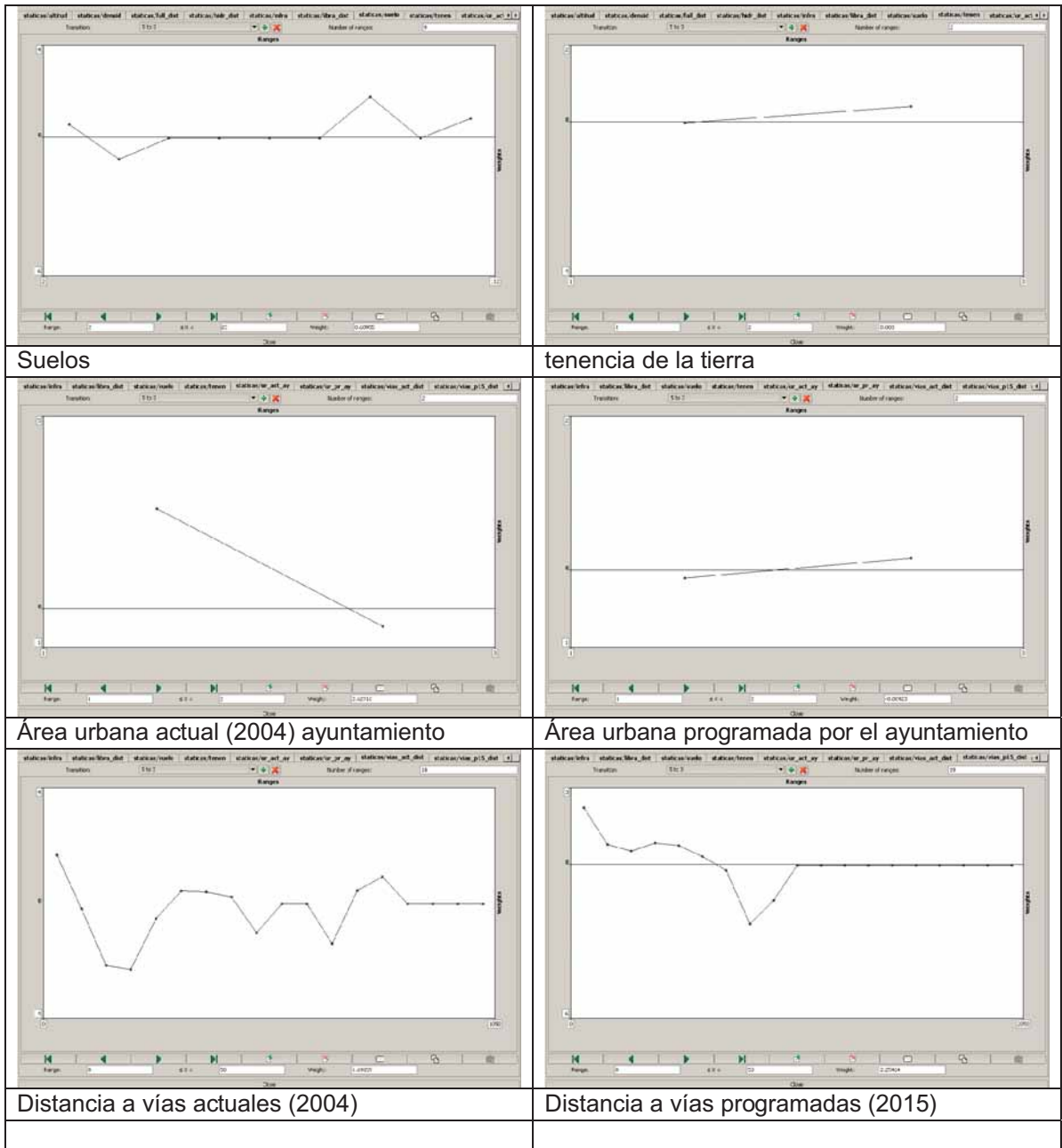
Distancia a ríos



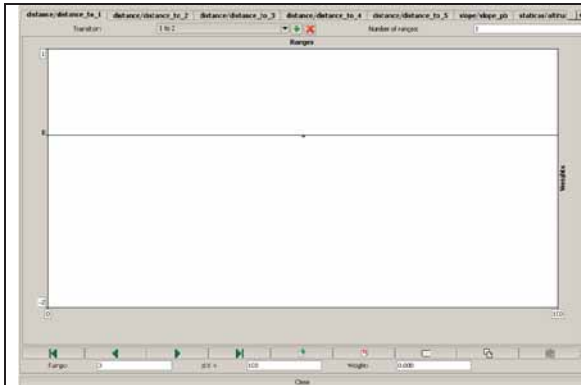
Infraestructura a construir (programada)



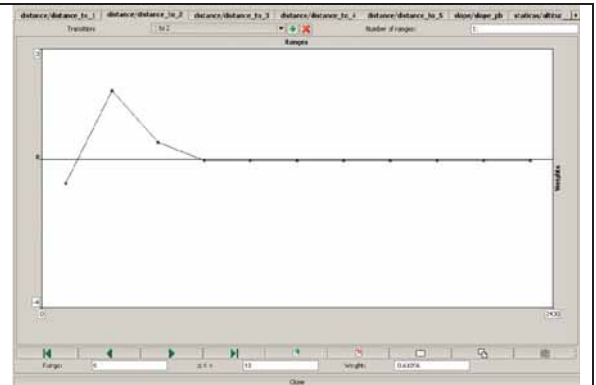
distancia al libramiento



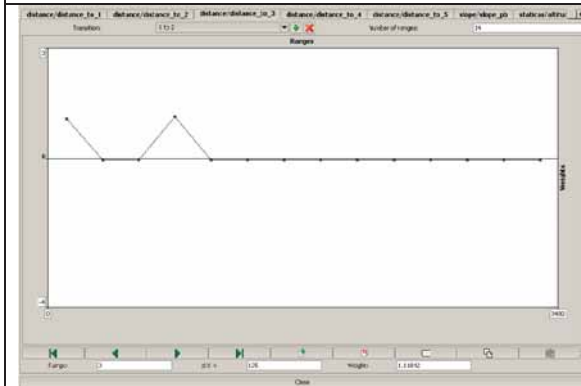
1) Agricultura y pastizal a Área sin vegetación aparente



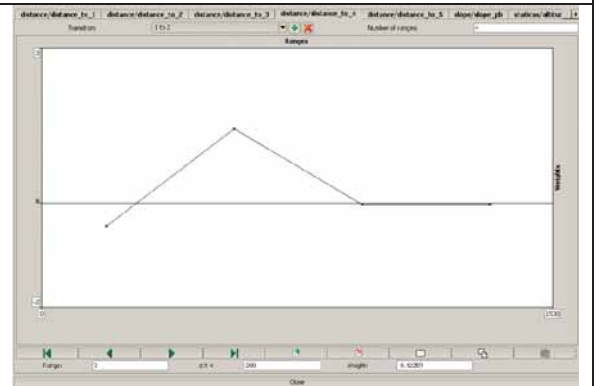
distancia a agricultura y pastizal



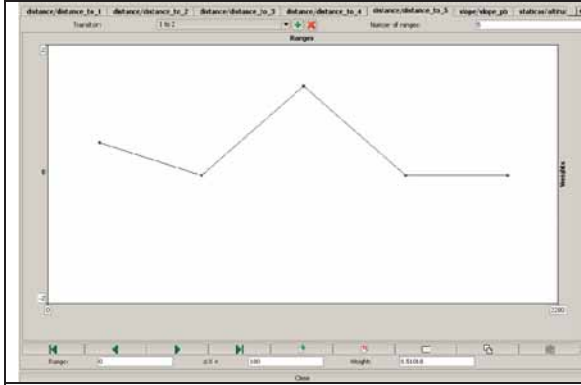
distancia a área sin vegetación aparente



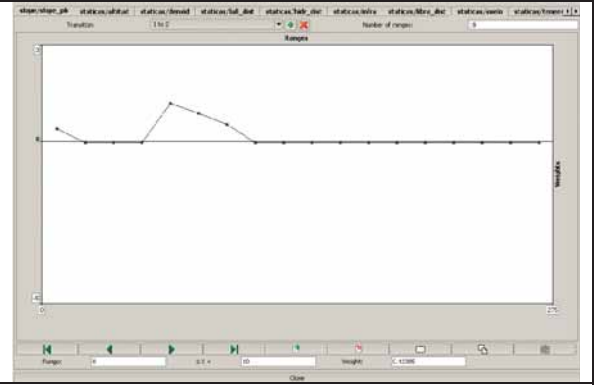
distancia a asentamiento humano



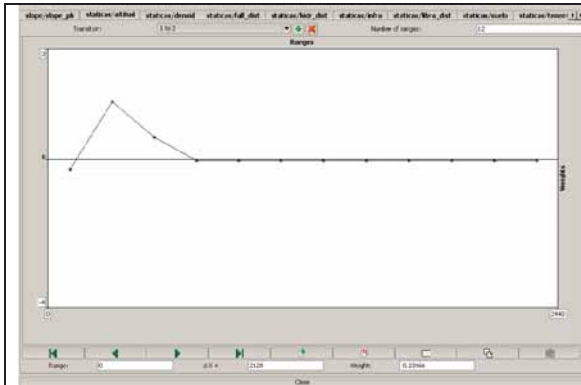
distancia a bosque



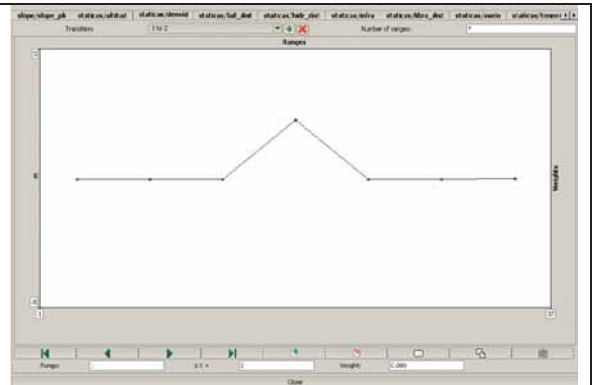
distancia a matorral



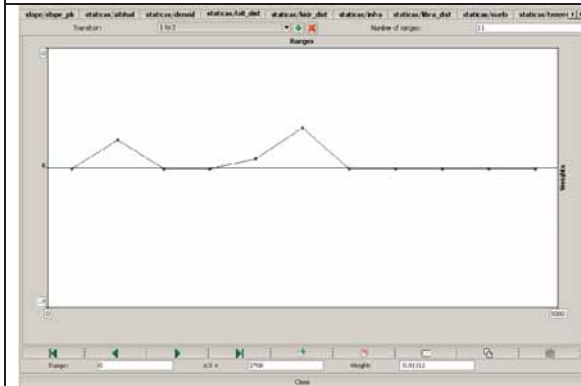
pendiente



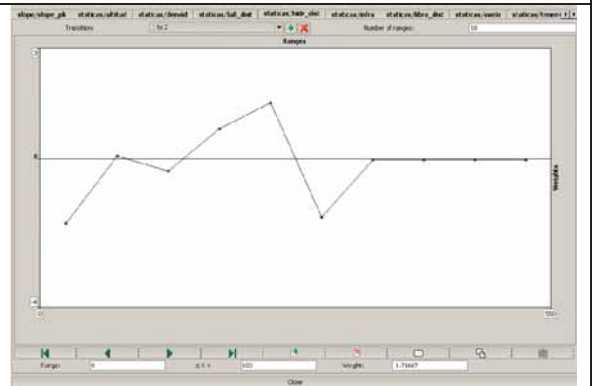
elevación (altitud)



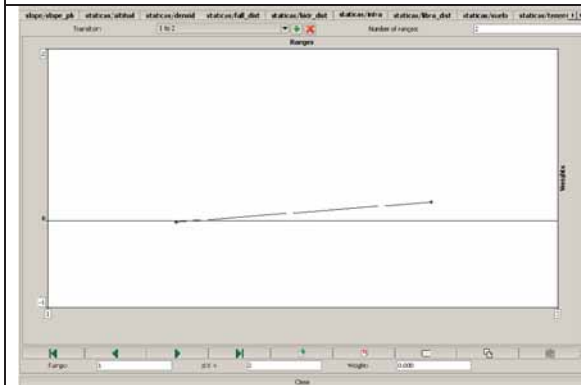
densidad de unidades habitacionales permitida



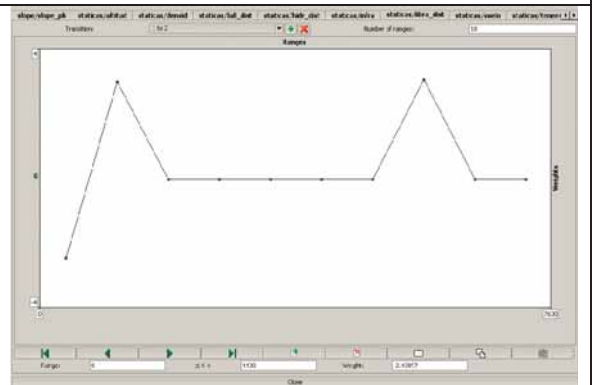
distancia a fallas



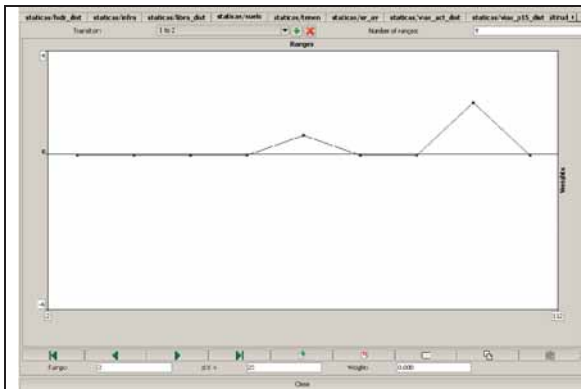
distancia a ríos



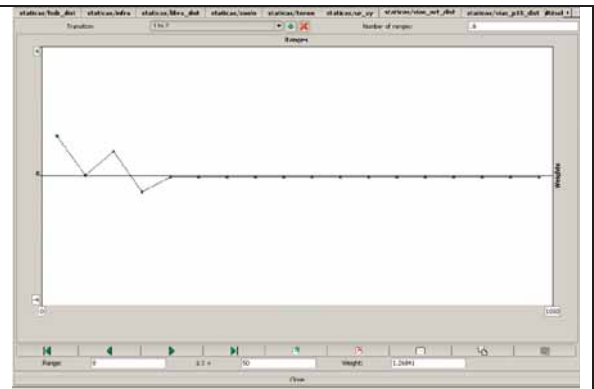
Infraestructura a construir (programada)



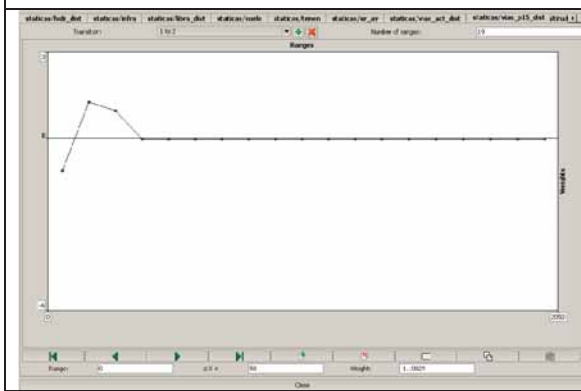
distancia al libramiento



Suelo

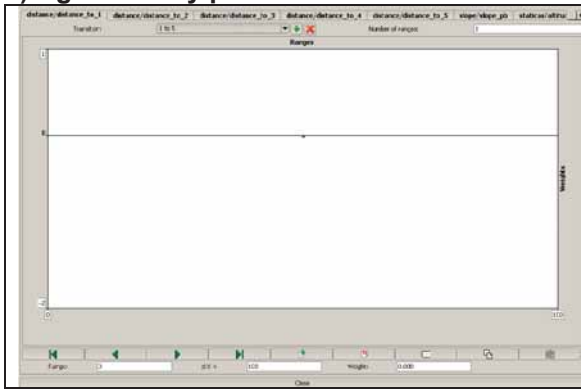


Distancia a vías actuales (2004)

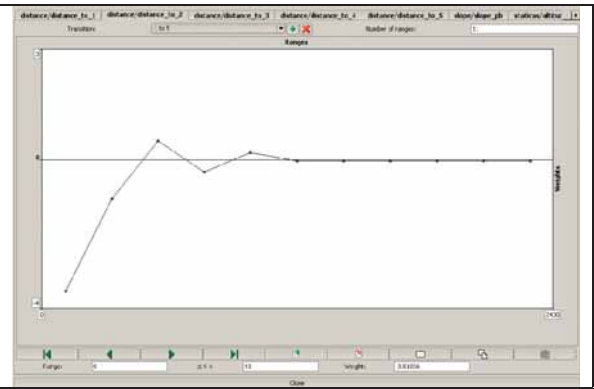


Distancia a vías programadas (2015)

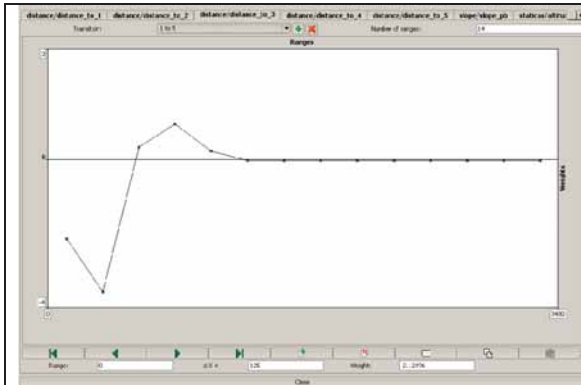
2) Agricultura y pastizal a Matorral



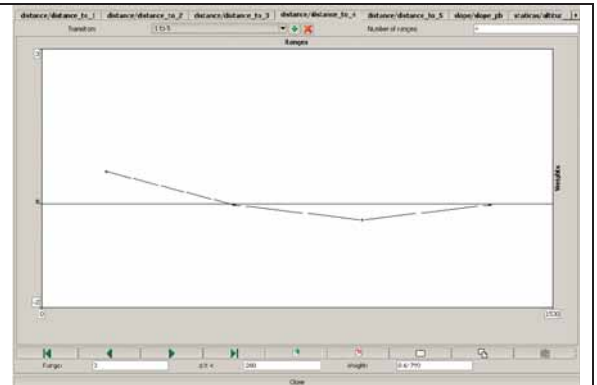
distancia a agricultura y pastizal



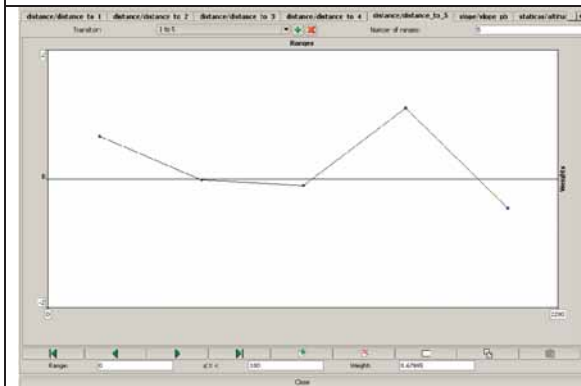
distancia a área sin vegetación aparente



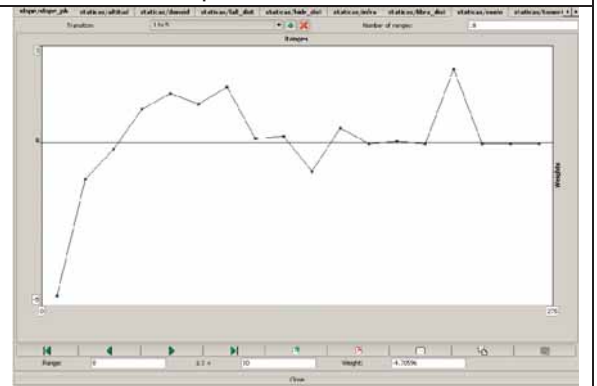
distancia a asentamiento humano



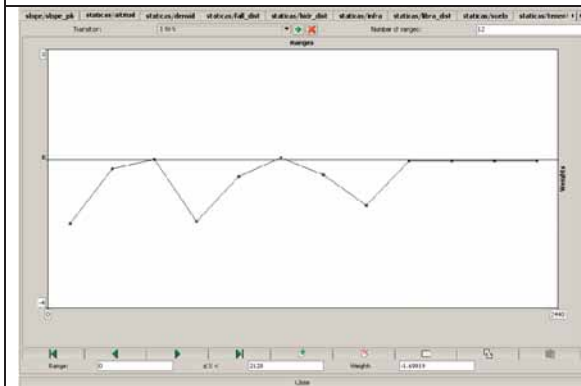
distancia a bosque



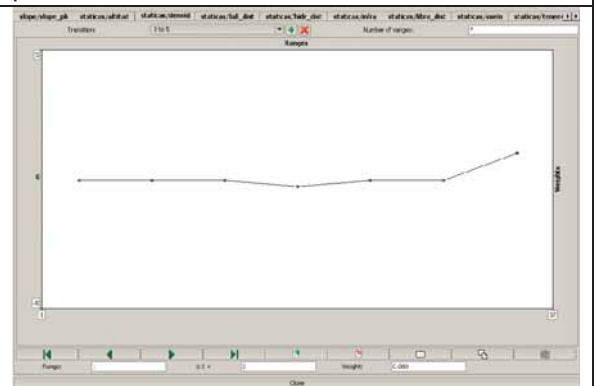
distancia a matorral



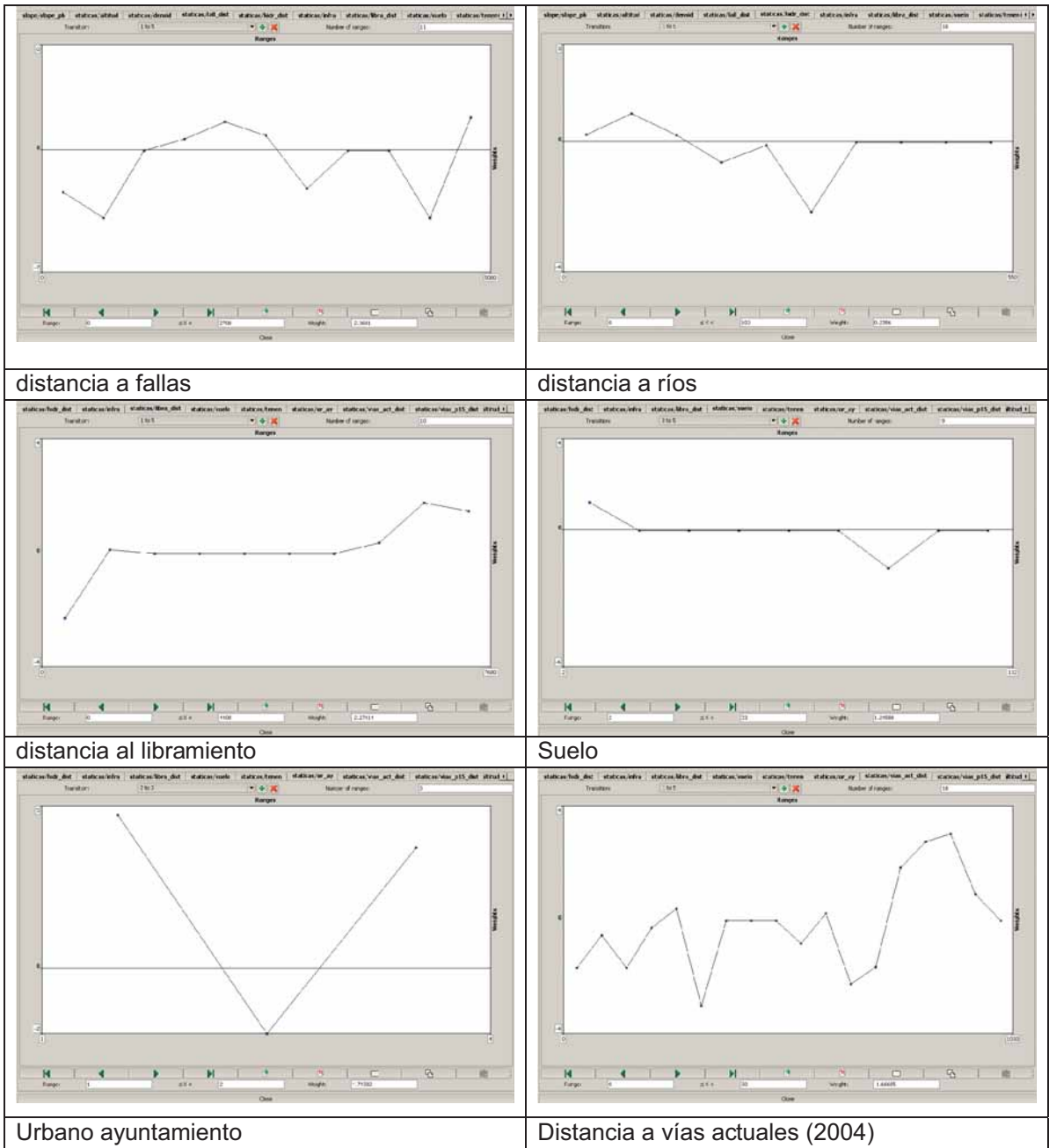
pendiente

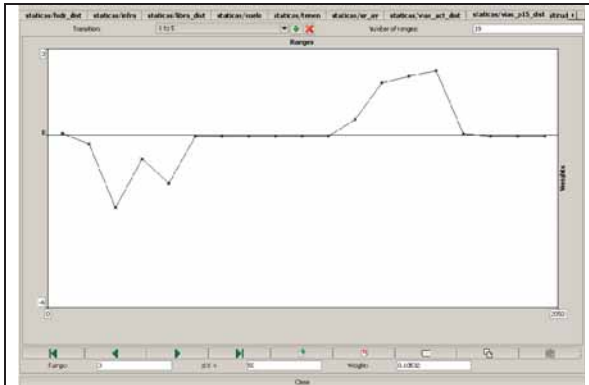


elevación (altitud)



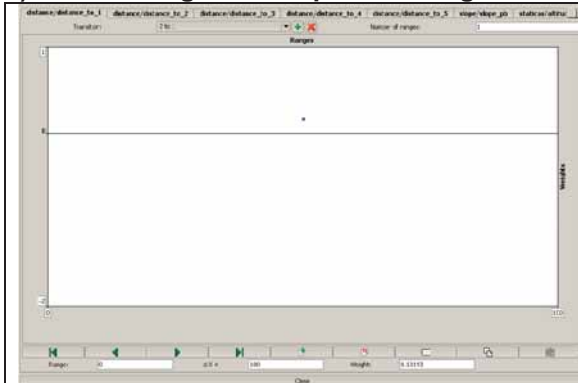
densidad de unidades habitacionales permitida



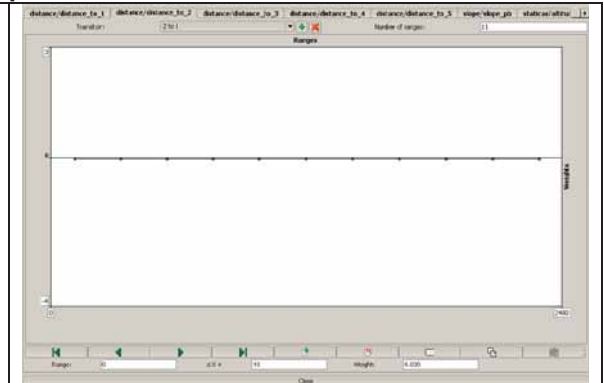


Distancia a vías programadas (2015)

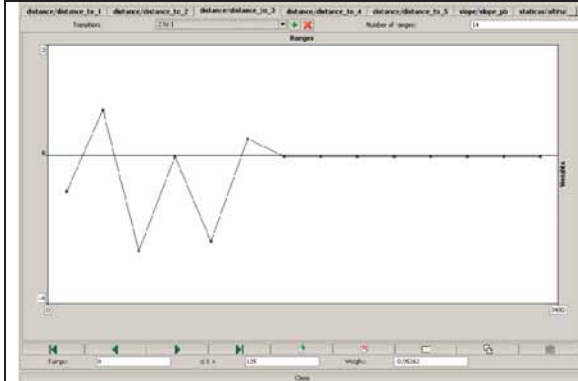
3) Área sin vegetación aparente a Agricultura y pastizal



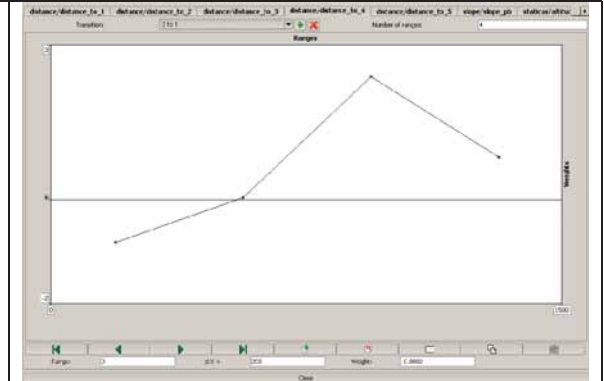
distancia a agricultura y pastizal



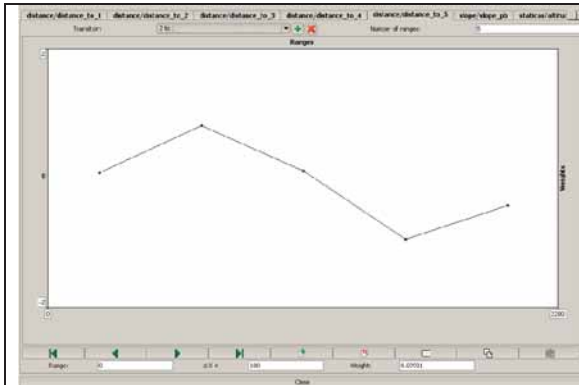
distancia a área sin vegetación aparente



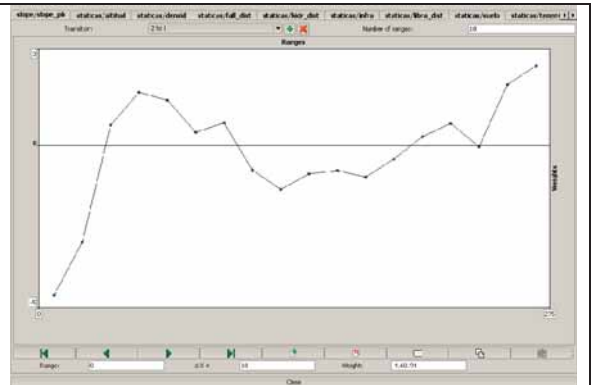
distancia a asentamiento humano



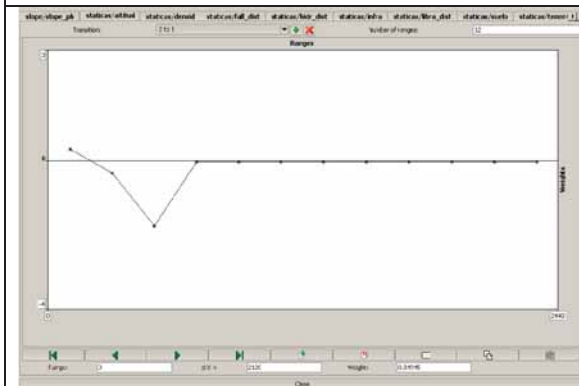
distancia a bosque



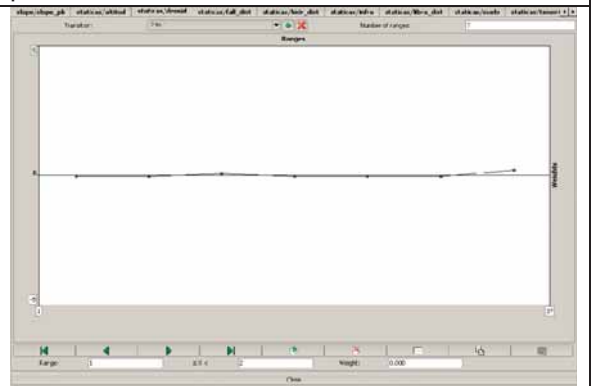
distancia a matorral



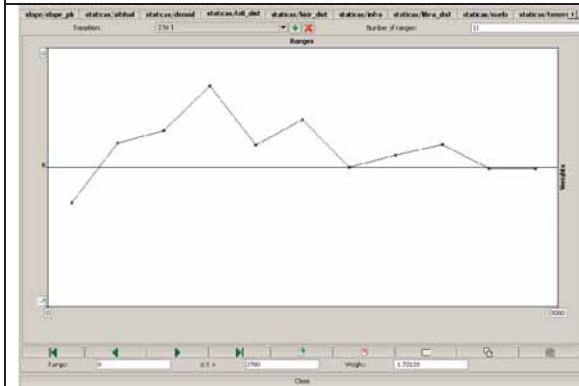
pendiente



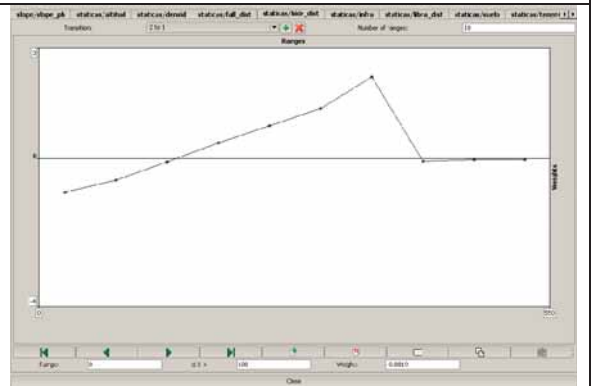
elevación (altitud)



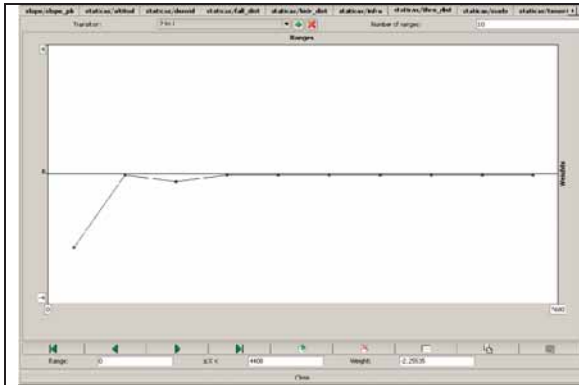
densidad de unidades habitacionales permitida



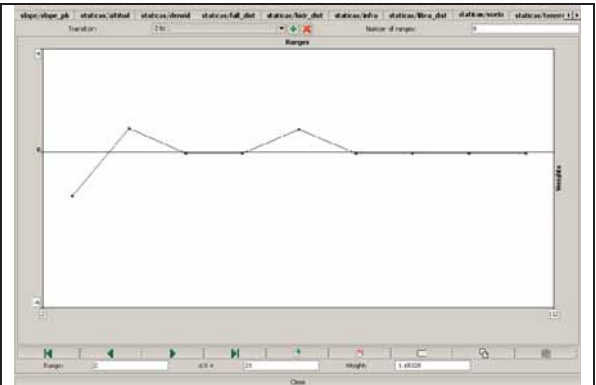
distancia a fallas



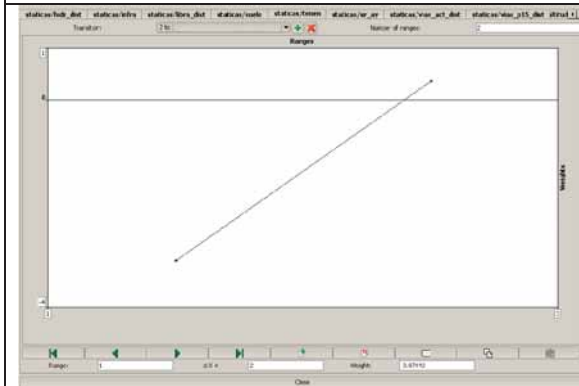
distancia a ríos



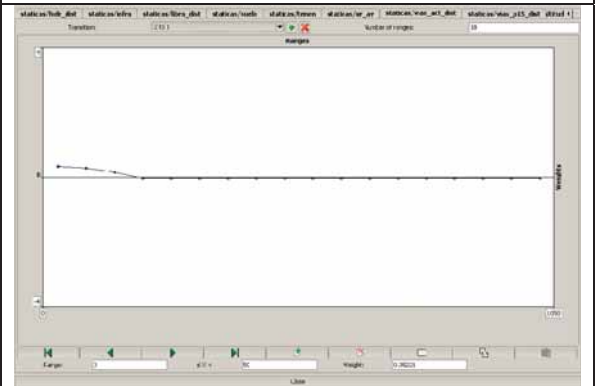
distancia al libramiento



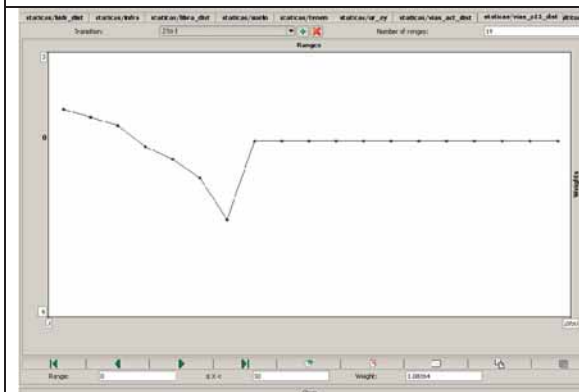
Suelo



Tenencia de la tierra

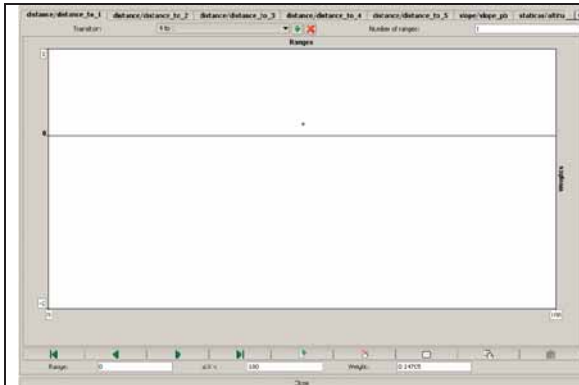


Distancia a vías actuales (2004)

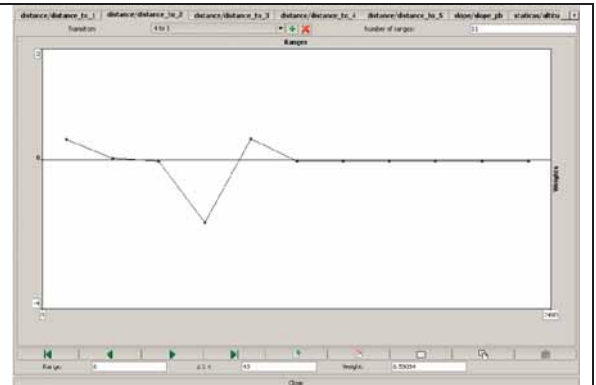


Distancia a vías programadas (2015)

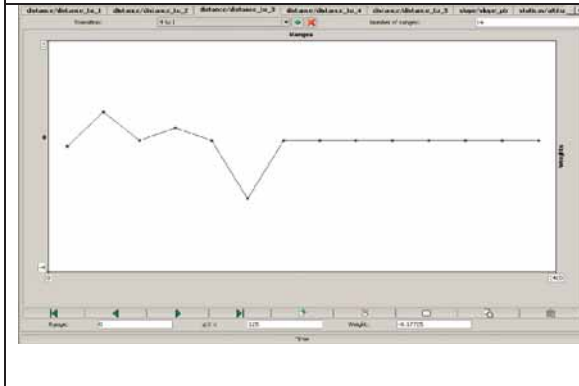
4) Bosque a Agricultura y pastizal



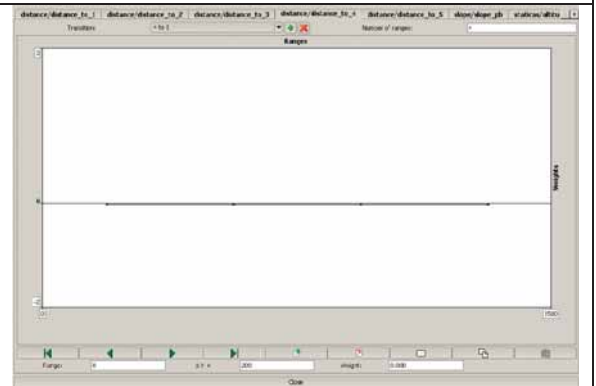
distancia a agricultura y pastizal



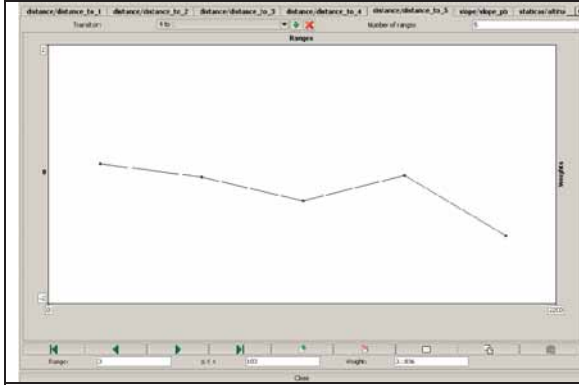
distancia a área sin vegetación aparente



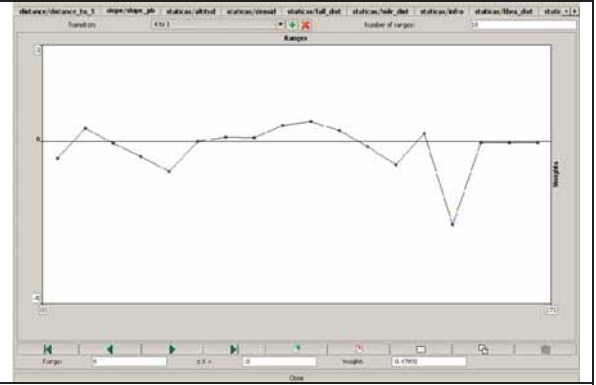
distancia a asentamiento humano



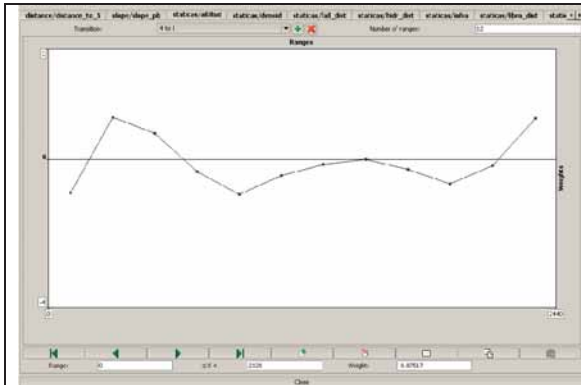
distancia a bosque



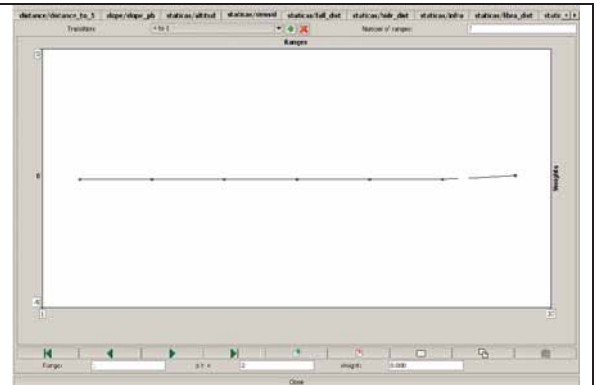
distancia a matorral



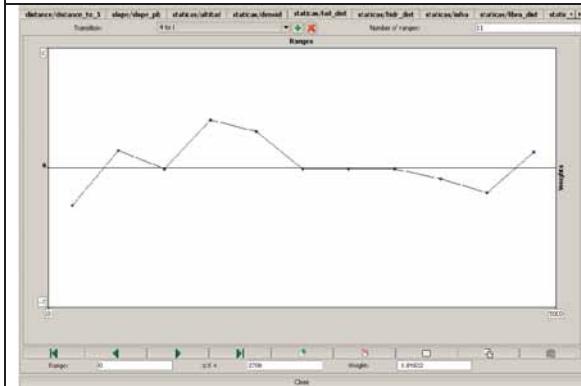
pendiente



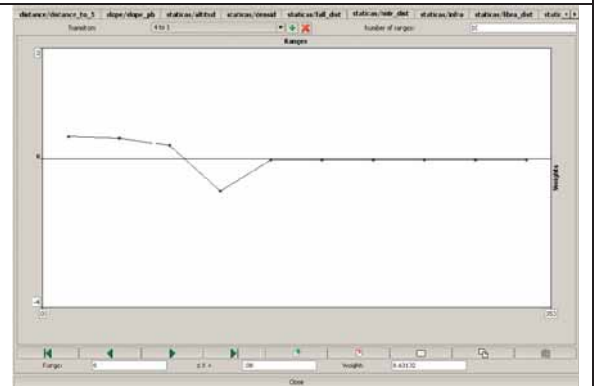
elevación (altitud)



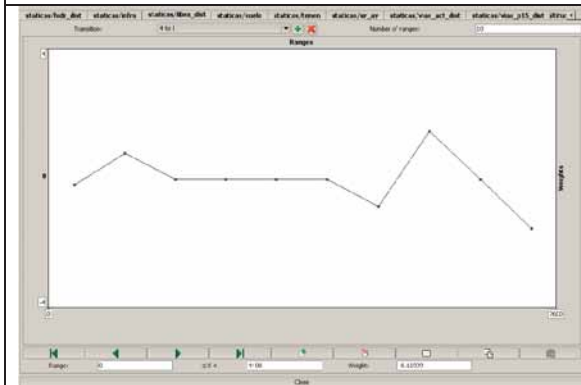
densidad de unidades habitacionales permitida



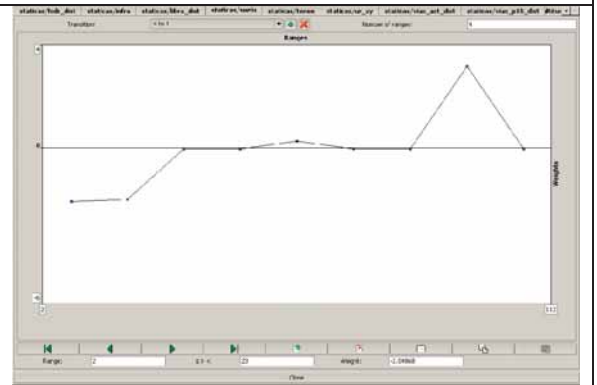
distancia a fallas



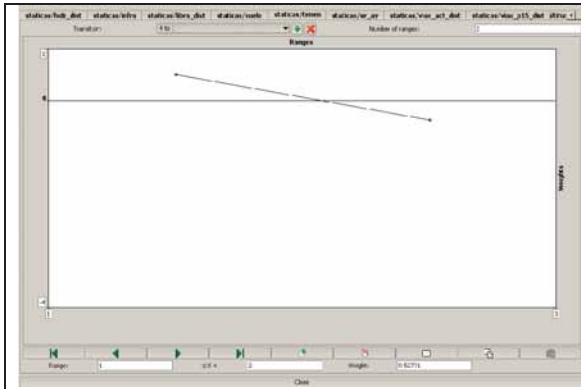
distancia a ríos



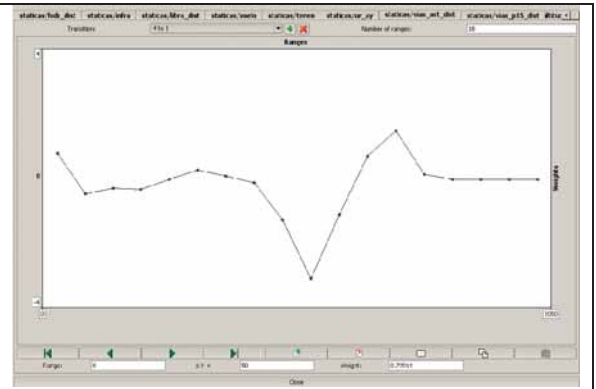
distancia al libramiento



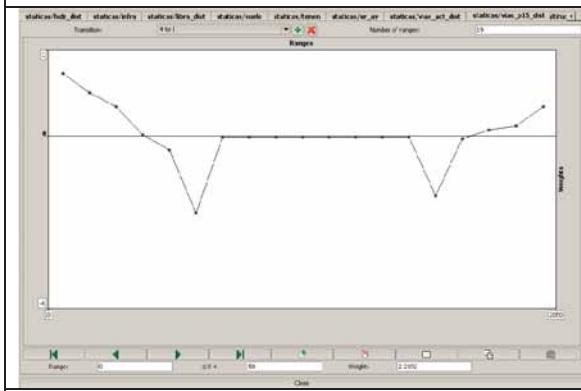
Suelo



Tenencia de la tierra

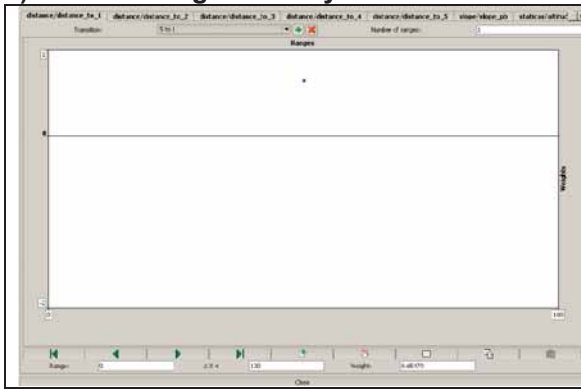


Distancia a vías actuales (2004)

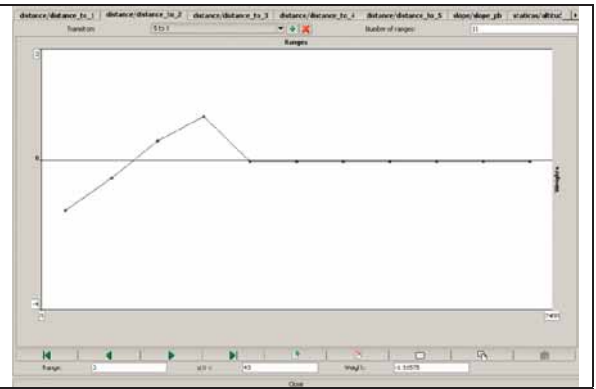


Distancia a vías programadas (2015)

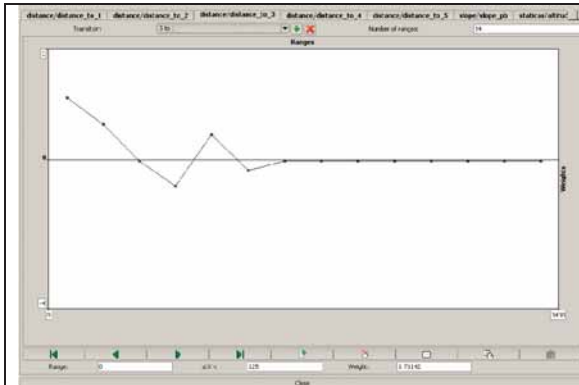
6) Matorral a Agricultura y Pastizal



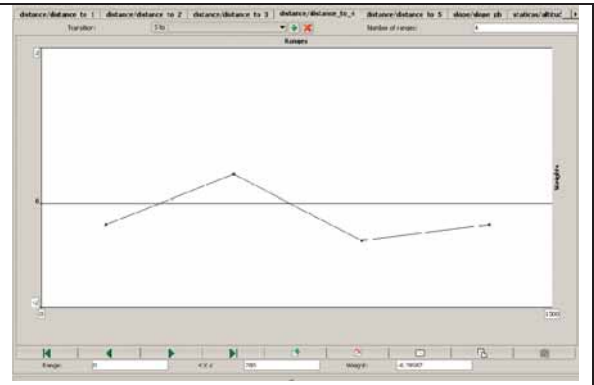
distancia a agricultura y pastizal



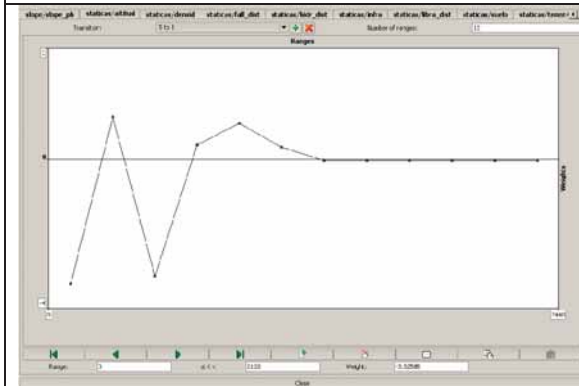
distancia a área sin vegetación aparente



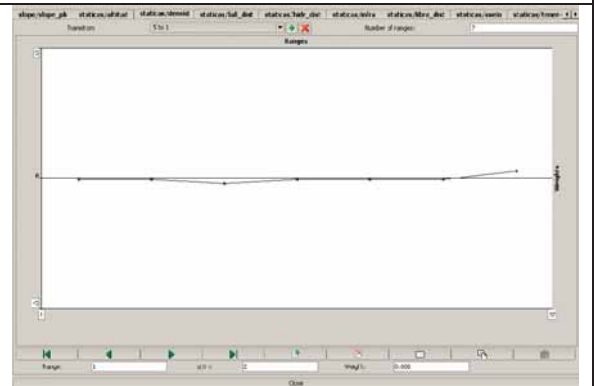
distancia a asentamiento humano



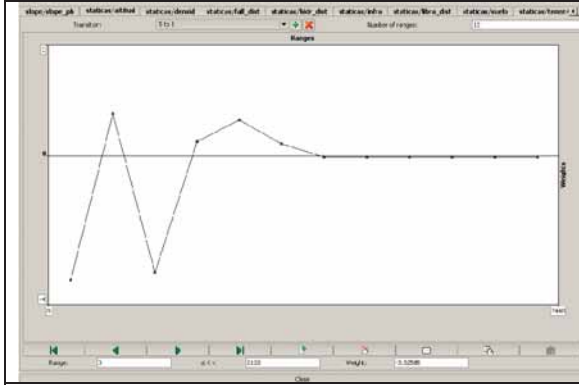
distancia a bosque



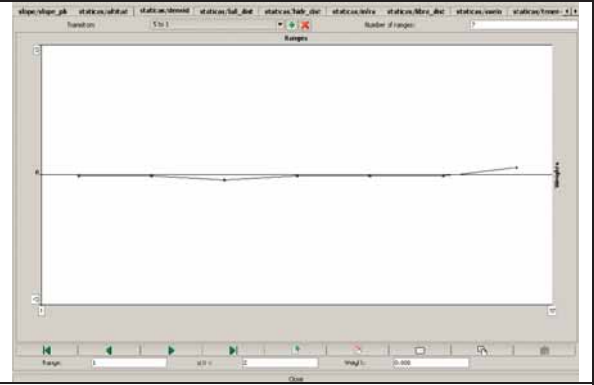
distancia a matorral



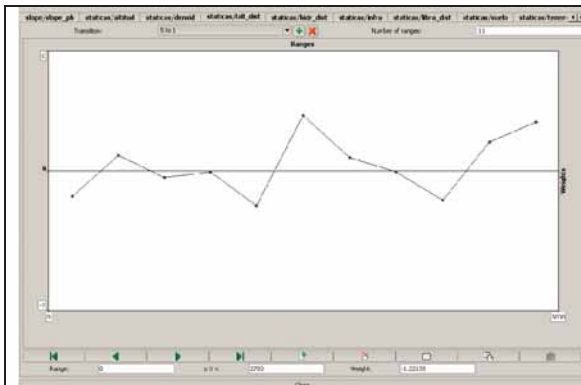
pendiente



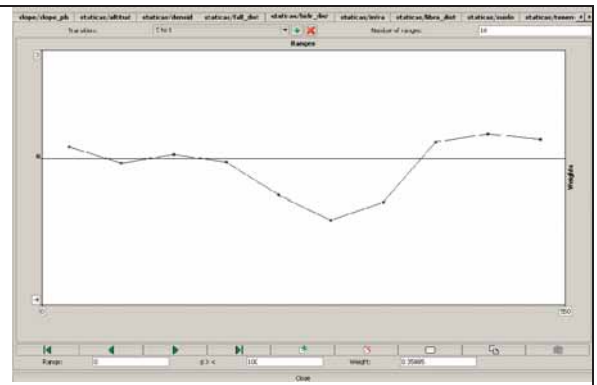
elevación (altitud)



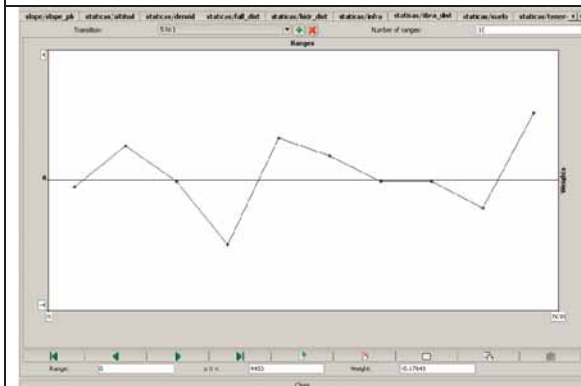
densidad de unidades habitacionales permitida



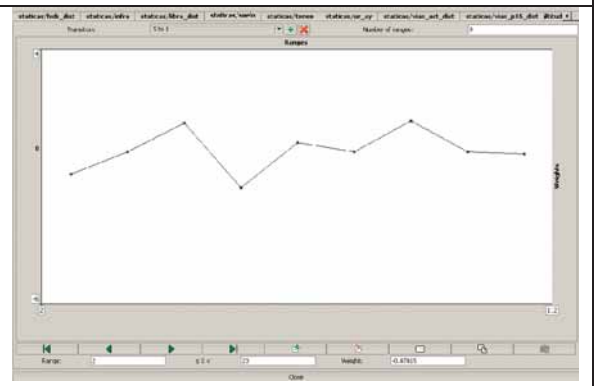
distancia a fallas



distancia a ríos



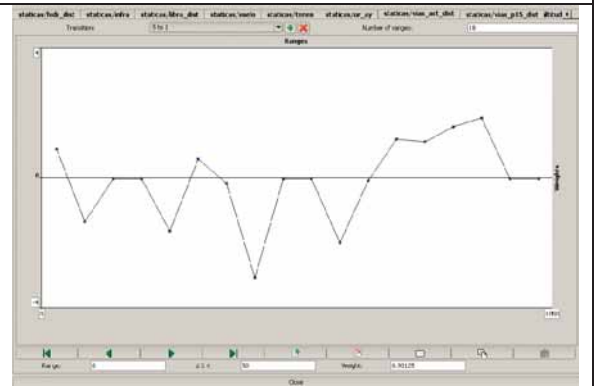
distancia al libramiento



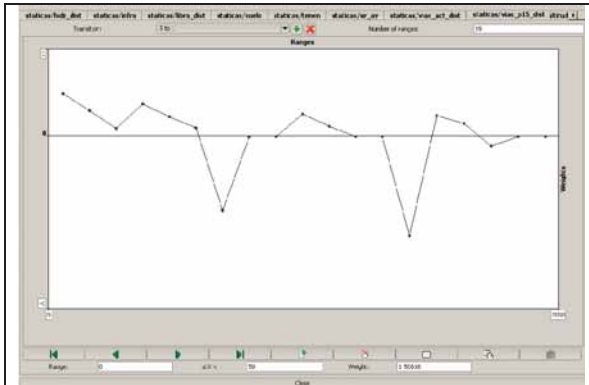
Suelo



Tenencia de la tierra

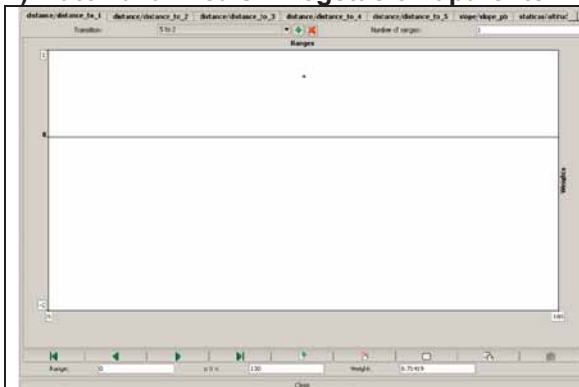


Distancia a vías actuales (2004)

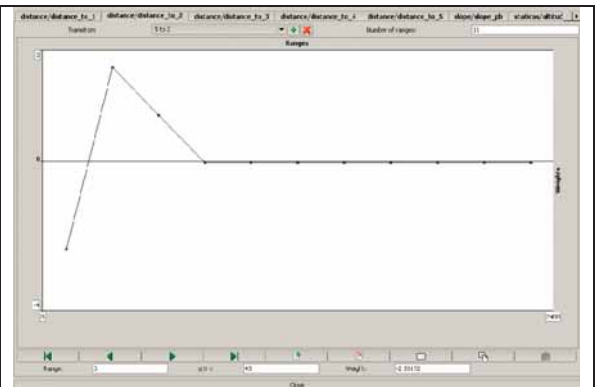


Distancia a vías programadas (2015)

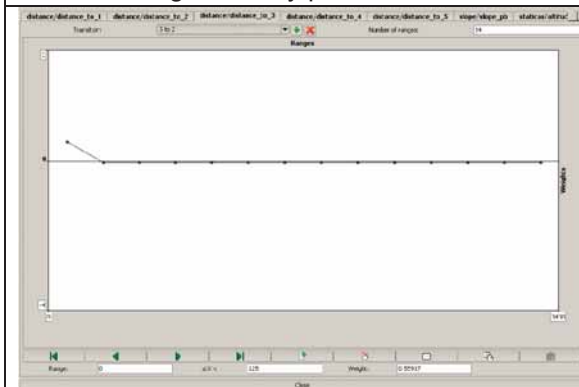
7) Matorral a Área sin vegetación aparente



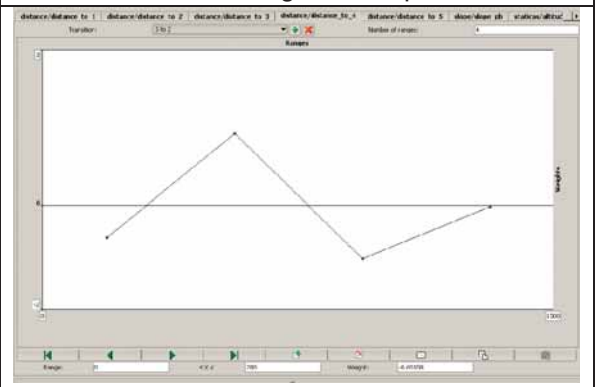
distancia a agricultura y pastizal



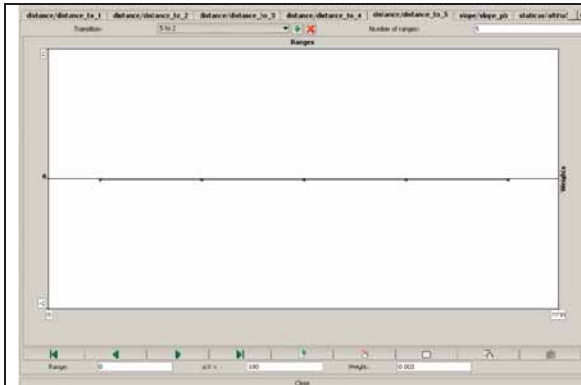
distancia a área sin vegetación aparente



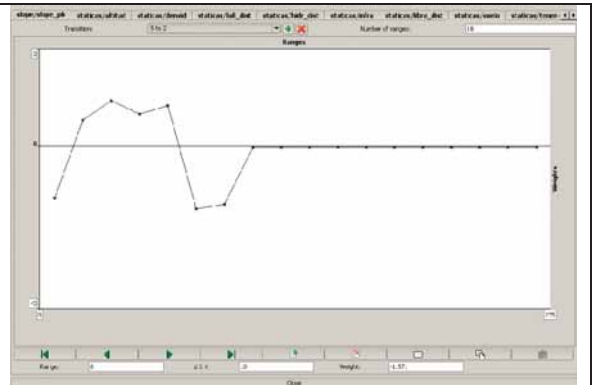
distancia a asentamiento humano



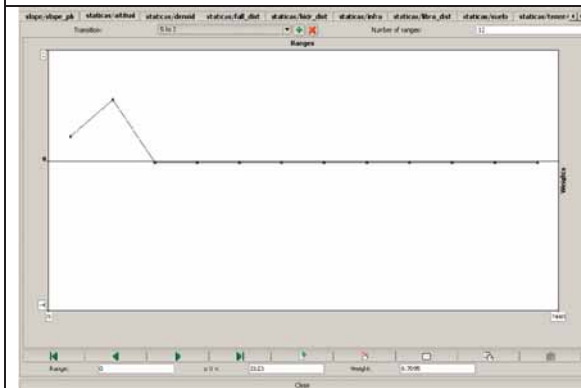
distancia a bosque



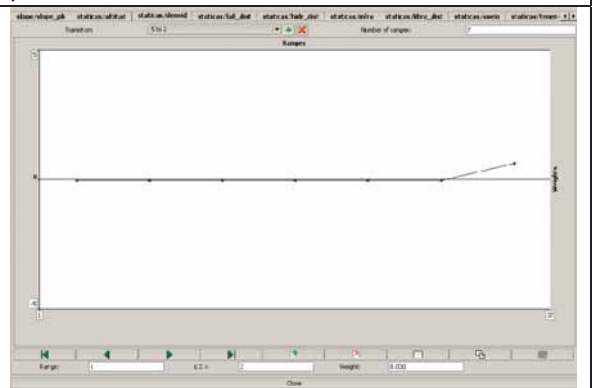
distancia a matorral



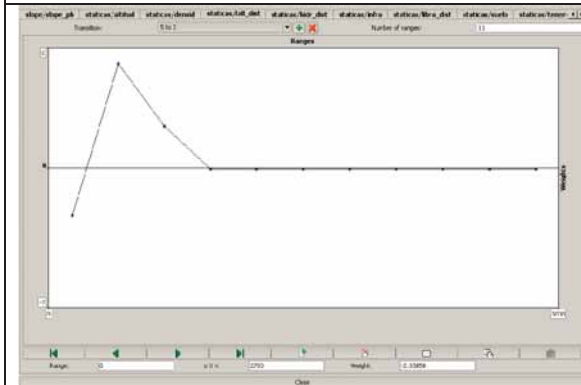
pendiente



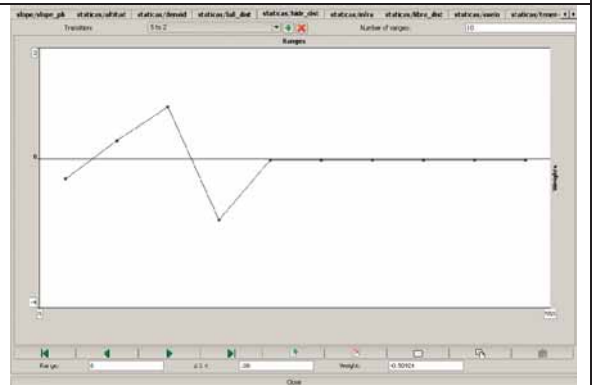
elevación (altitud)



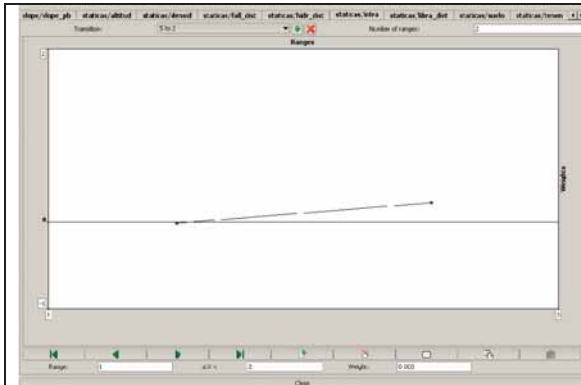
densidad de unidades habitacionales permitida



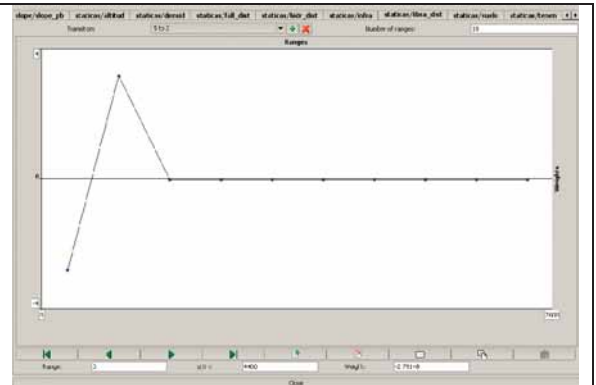
distancia a fallas



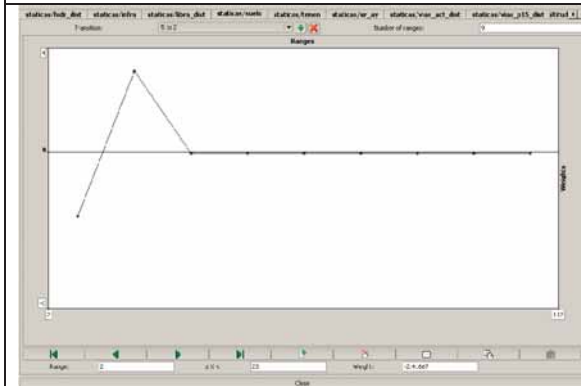
distancia a ríos



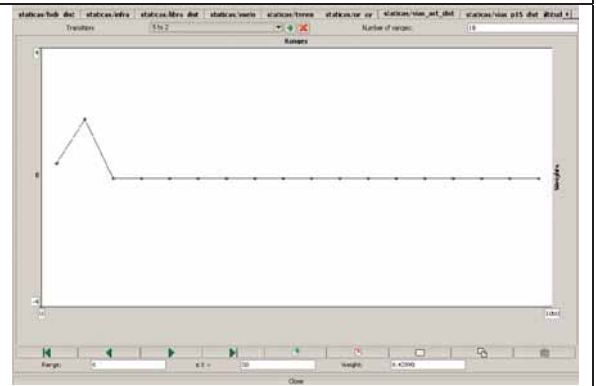
Infraestructura a construir (programada)



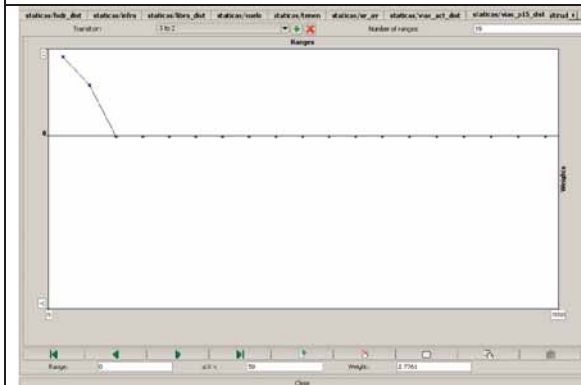
distancia al libramiento



Suelo

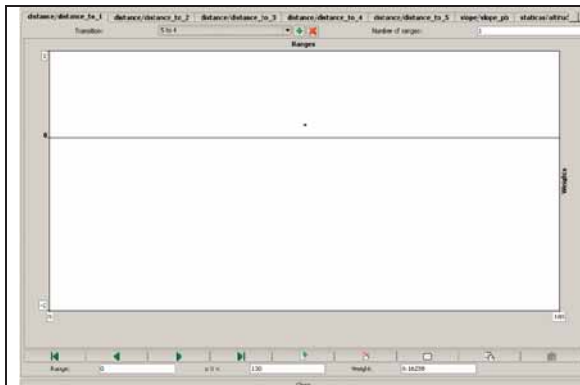


Distancia a vías actuales (2004)

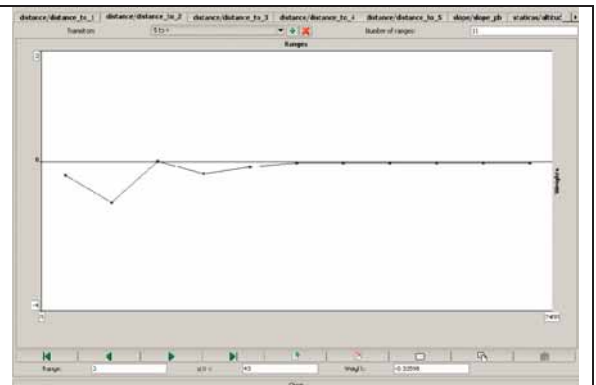


Distancia a vías programadas (2015)

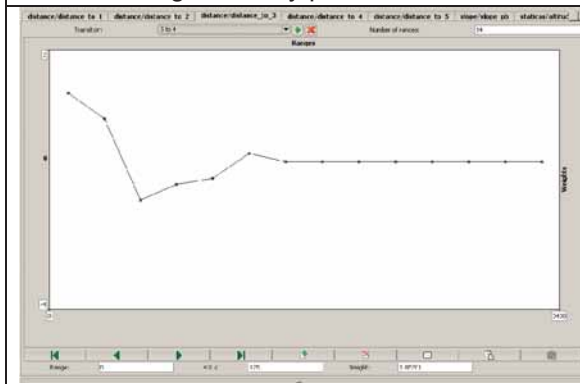
8) Matorral a Bosque



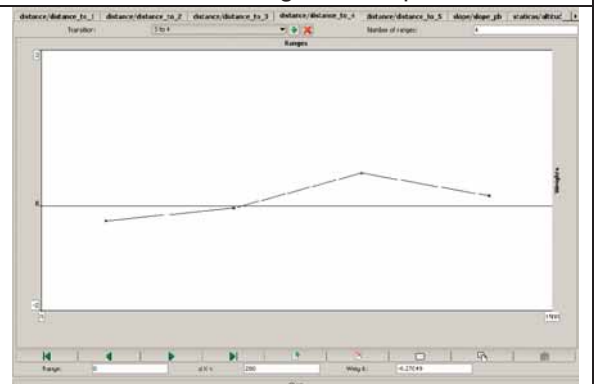
distancia a agricultura y pastizal



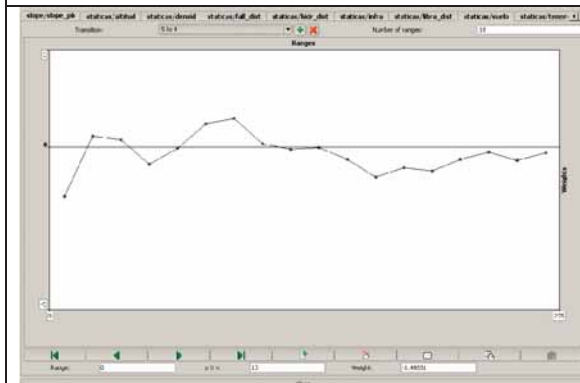
distancia a área sin vegetación aparente



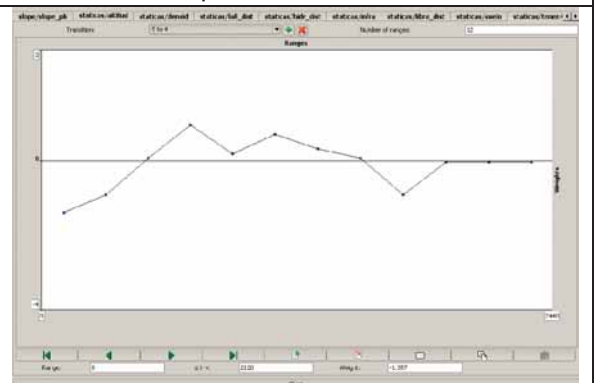
distancia a asentamiento humano



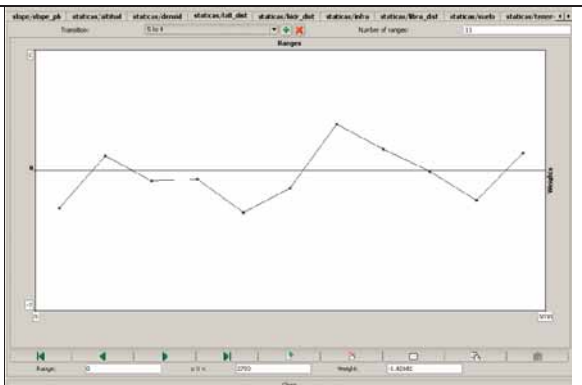
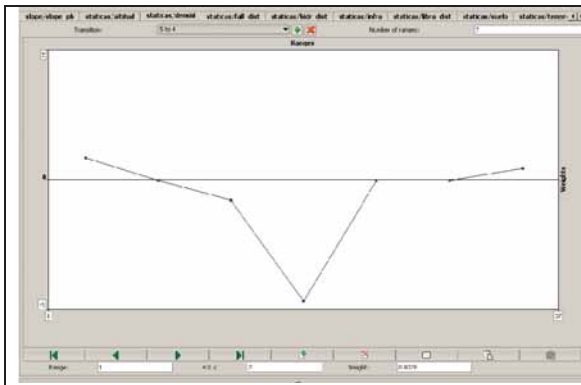
distancia a bosque



pendiente

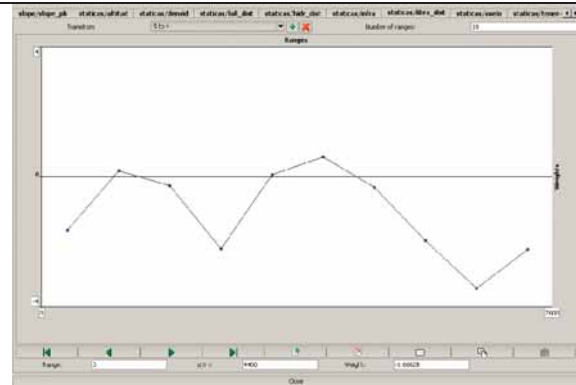
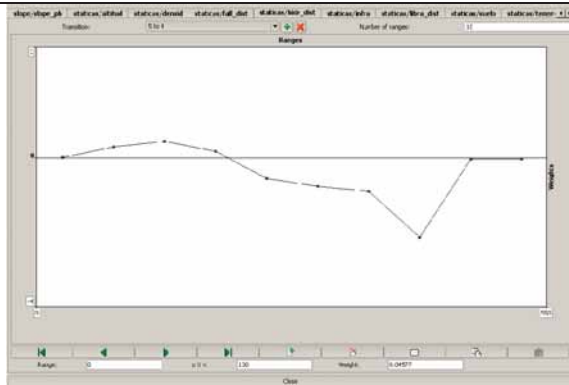


elevación (altitud)



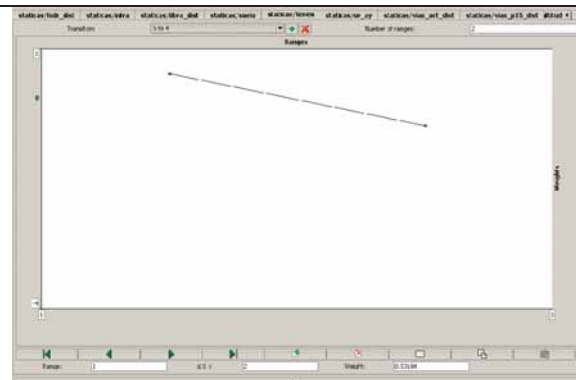
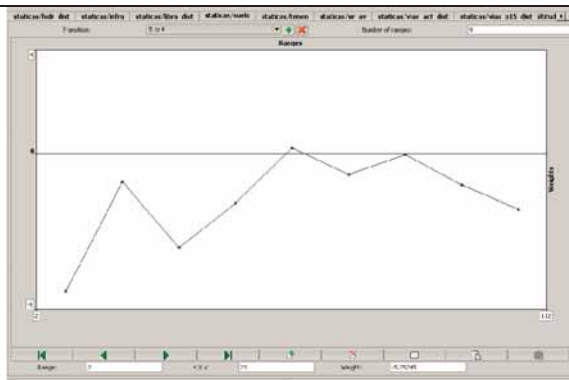
densidad de unidades habitacionales permitida

distancia a fallas



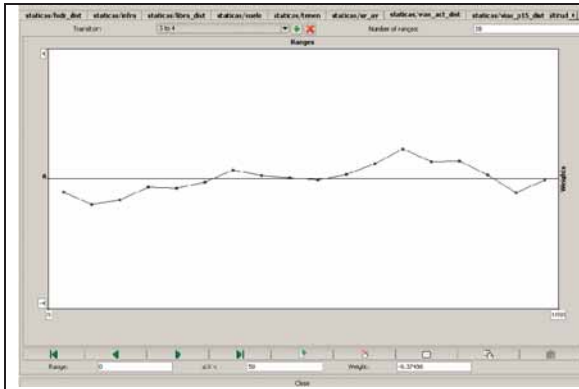
distancia a ríos

distancia al libramiento

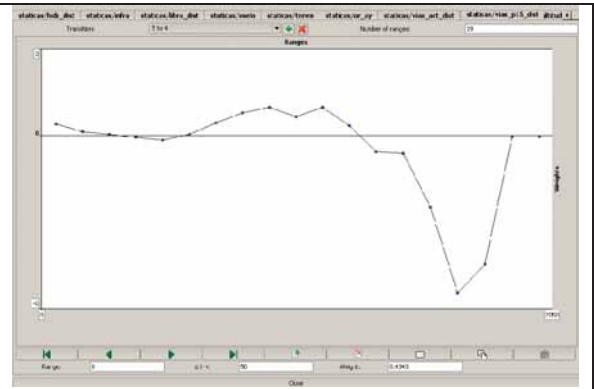


Suelo

Tenencia de la tierra

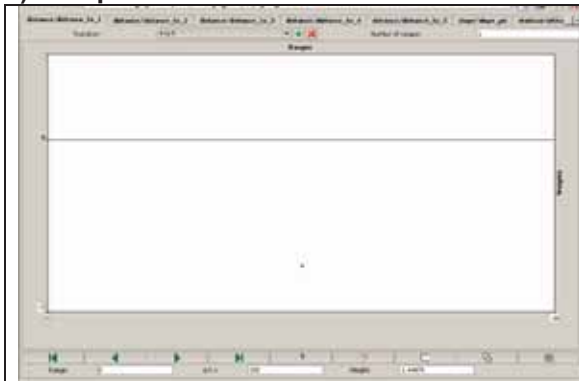


Distancia a vías actuales (2004)

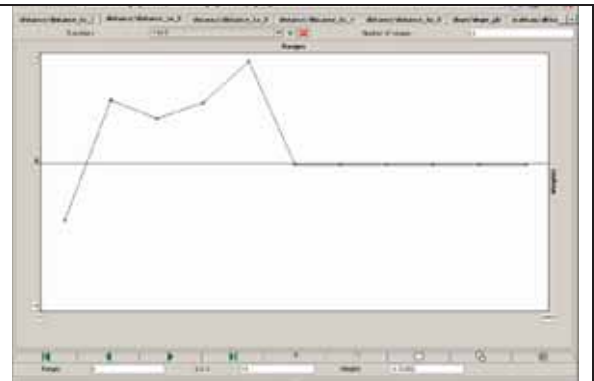


Distancia a vías programadas (2015)

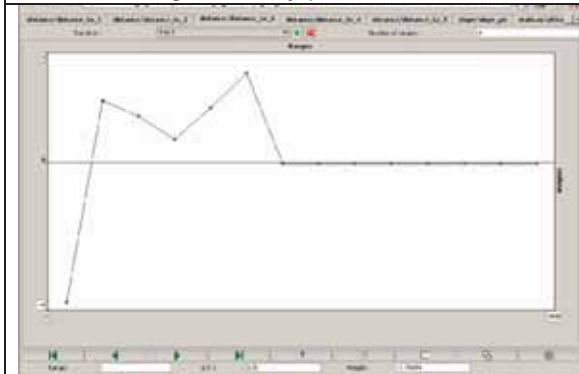
9) Bosque a Matorral



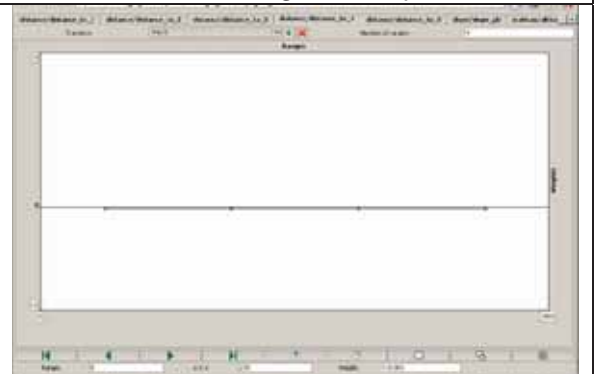
distancia a agricultura y pastizal



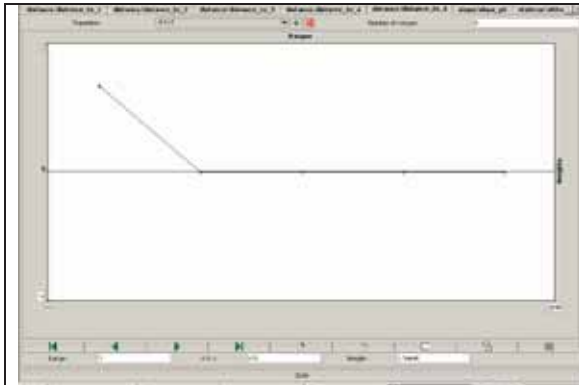
distancia a área sin vegetación aparente



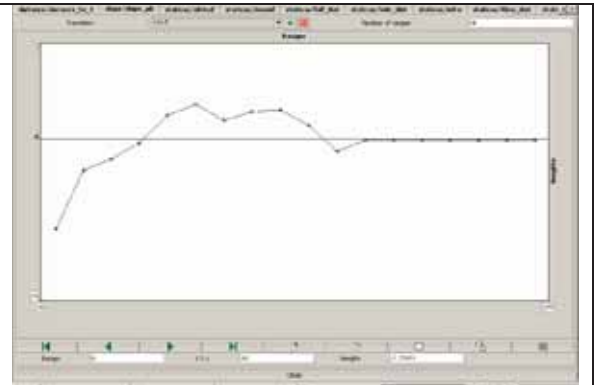
distancia a asentamiento humano



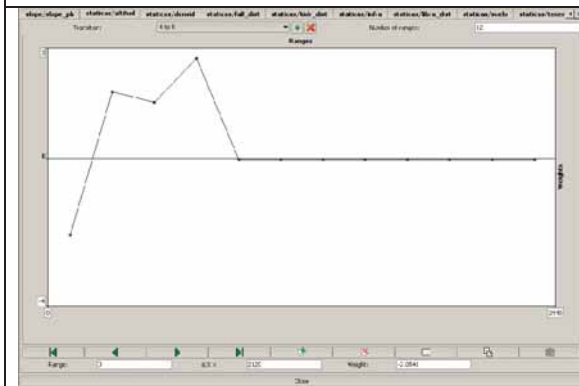
distancia a bosque



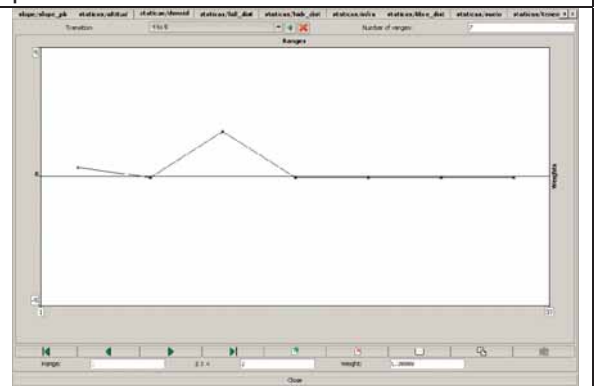
distancia a matorral



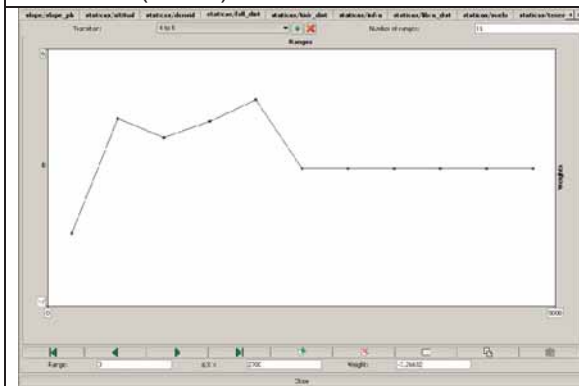
pendiente



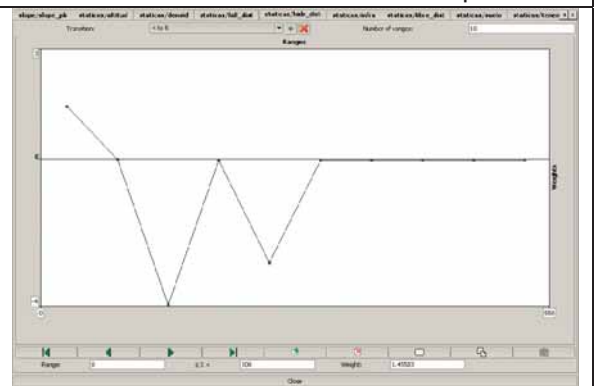
elevación (altitud)



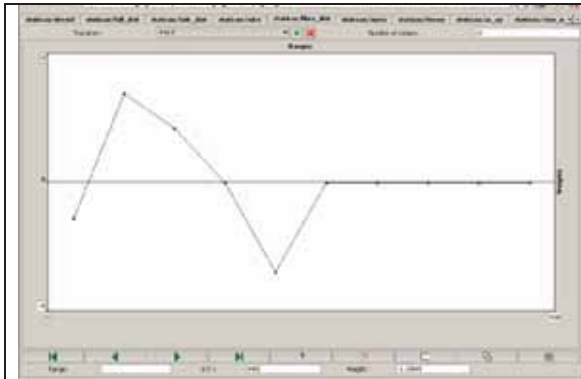
densidad de unidades habitacionales permitida



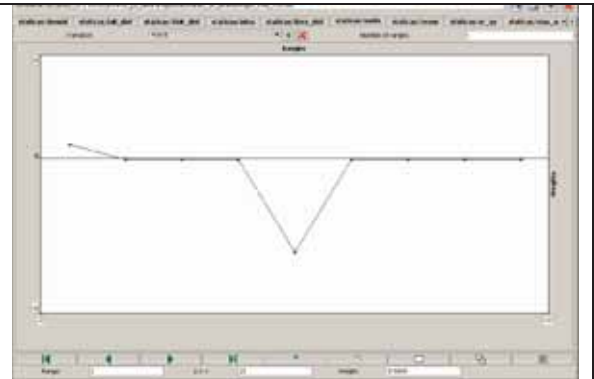
distancia a fallas



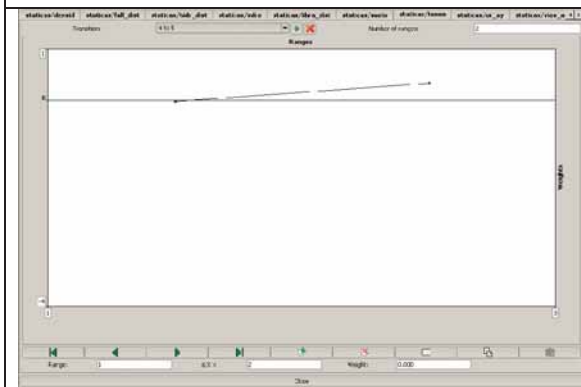
distancia a ríos



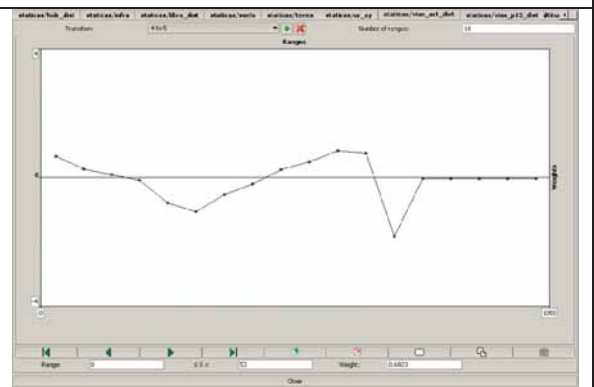
distancia al libramiento



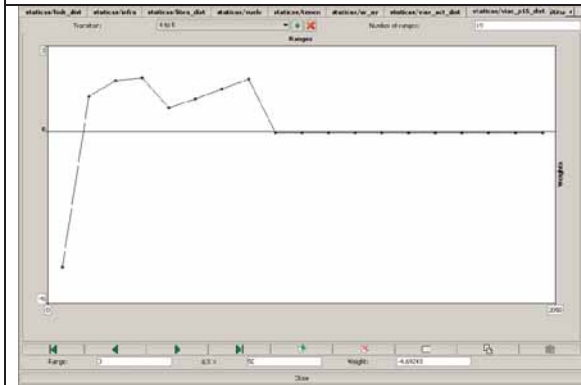
Suelo



Tenencia de la tierra



Distancia a vías actuales (2004)



Distancia a vías programadas (2015)

Entrevista
Cuestionario realizado a Informantes Clave
ANEXO CAPÍTULO IV-A

Fecha: 11 de febrero del 2008

Nombre completo: Arq. Juan Hernando Flores Villagómez

Ocupación: "Analista" en la elaboración de planes de desarrollo urbano, en el Instituto Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia (INDUM) del Honorable Ayuntamiento de Morelia por un periodo de 9 años.

Experiencia: Ha participado en la elaboración del plan de desarrollo urbano en vigencia (2004) y su actualización, realizado con personal local y no a través de consultorías externas, a diferencia de los anteriores planes.

Relación con la zona de estudio: Es parte de su área de trabajo (la ciudad de Morelia), para la elaboración de planes de desarrollo y otros estudios relacionados.

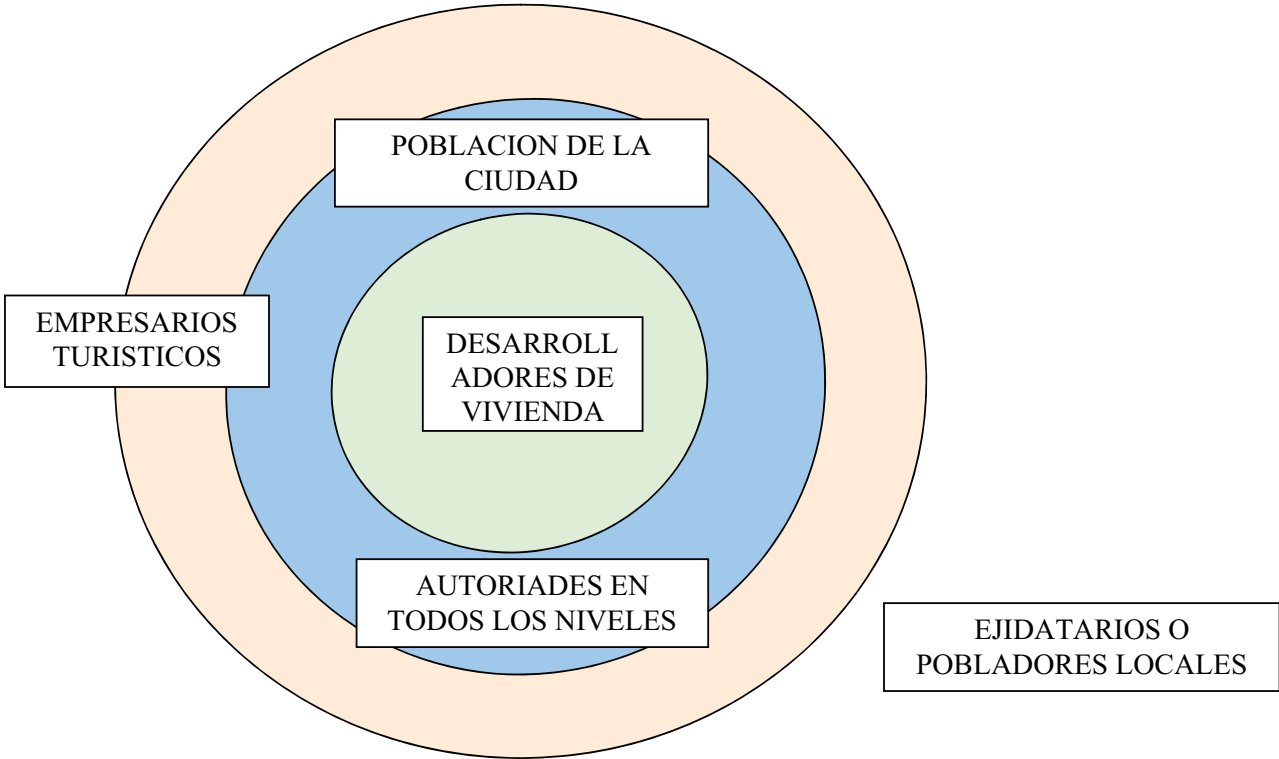
Análisis del contexto actual

AMBITO	HECHOS	TENDENCIA	¿OPORTUNIDAD O AMENAZA?	¿PORQUE?	¿QUE SE PUEDE HACER?
SOCIAL Cambio de zonas agrícolas o productivas en zonas de oferta para urbanizar	Las áreas están cambiando a zonas urbanas y/o son parte de la oferta	Con el tiempo los pobladores locales irán cediendo sus tierras a los pobladores nuevos (colonizado) Es probable que los hijos de los originarios se integren aunque no vivan necesariamente en la zona	Ambivalentes Pobladores locales, se sienten invadidos y por otro lado se les esta acercando mas infraestructura, mas servicios y medios de comunicación, aunque estos no lo pidan	No son cuestiones particulares de la zona, sino mas bien de la ciudad, donde surge la necesidad de hacer negocios nuevos y otras necesidades, que se pueden realizar en espacios libres como en la zona de estudio, a un precio bajo.	Habría que preverlo, no permitir que suceda de manera libre, tomado en cuenta que es inevitable que suceda, se considera que probablemente es un hecho mas bueno que malo (si se saca una ponderación) Simplemente habría que equilibrar, matizar que el proceso se vaya dando de manera que la situación tome la forma menos conflictiva, porque finalmente un cambio causa conflictos, es decir que sean los menores posibles.
CULTURAL Cambio de actividades y vocaciones (trabajo y modo de subsistencia) Se están mezclando gente nueva (incluso de fuera de Morelia), con pobladores locales u originarios	Las tierras donde trabajaban las están vendiendo, pero como ellos se quedan a vivir ahí Las nuevas generaciones ya no saben de actividades productivas, tienen otro oficio y/o no es de su interés Los actores no están dispuestos a integrarse. Hay escuelas, universidades, etc. que no son usados por los pobladores locales	Mientras mas desarrollo (Ej., vialidades pavimentadas), le llevas a la gente la posibilidad de ampliar su espacio vital, es decir la gente mas aislada podrá ir a la ciudad mas seguido y eso en su cultura tendrá un efecto positivo y se integrara más al total de la ciudad Debido a la presión la gente local acabara por integrarse, y tendrá características sino iguales si muy semejantes.	Se ve como oportunidad, porque el tener acceso a mas te da la oportunidad de escoger como quieres vivir y no solo como puedes	Por la integración de las poblaciones locales a la ciudad	Prever las nuevas necesidades por que la ciudad afecta en su cultura por lo tanto tendrán otras necesidad por ejemplo televisión por cable. Cuidar que no por creer que faltan comunicaciones se debe llevar la mancha urbana hasta los sitios mas alejados, no confundir, que hay cosas que se pueden llevar sin necesidad de alterar el entorno (Ej. Bosque).

<p>ECONOMICO Cambio de actividades y vocaciones (trabajo y modo de subsistencia)</p>	<p>Existe la presión de compra de sus terrenos</p> <p>El precio del suelo se ha ido elevando y hay muchas especulaciones porque hay muchos planes proyectados (túnel, campo de golf, universidades como el tecnológico de monterrey), eso hace que el aumento el valor de los terrenos</p> <p>Existe una división no solo económica sino física entre pobladores nuevos y antiguos (mejor infraestructura y peor respectivamente), además de las murallas y cercos</p> <p>Con respecto a los ejidatarios:</p> <p>Están los que vendieron, que ahora tienen dinero</p>	<p>Alza de los precios de los terrenos</p> <p>Hay mucha oferta que no necesariamente (mayoritariamente) Morelia pueda costear, sobre todo por los costos.</p> <p>Al menos el 50 % de los que irán a vivir en la zona es gente con alto poder adquisitivo es decir no resuelve el problema de la gente que necesita vivienda</p> <p>Si las construcciones programadas se dieran, (Ej., el túnel) habría un brinco, se daría una aceleración (como en el tercer modelo "S3"), pero se estabilizara rápido por el precio de los predios</p> <p>También habrá un crecimiento urbano rápido de corto plazo condicionado a la construcción programada plusvalizados (es decir la inversión subirá mas en un plazo muy largo)</p> <p>Algunos ejidatarios se dedicarían a actividades de comercio, otros se integrarían y sus hijos mas adaptados se integrarían aunque no vivirían necesariamente ahí</p>	<p>Ambigua</p>		<p>Delimitar que zona se debe desarrollar, el área esta planificada para varios años y se debe ser muy rígido en no permitir que lo que ya esta planeado se desvirtúe</p>
<p>AMBIENTAL</p>	<p>Se esta utilizando el buen estado del medio ambiente para vender</p>	<p>La tendencia es que se va a mantener, Las zonal alejadas en la</p>	<p>Oportunidad Los proyectos que</p>	<p>Por que el factor ambiental es parte de la oferta</p>	<p>Debe existir una vigilancia para hacer valer estos procesos.</p>

	<p>Por lo menos de palabra se esta considerando en los planes la conservación del Medio ambiente</p> <p>Lo ambiental esta protegido</p> <p>Se prioriza mantener el bosque con respecto a otra cobertura (matorral, pastizal, etc.).</p> <p>Las zonas mas alejadas de la zona de estudio, están con mejor bosque,</p>	<p>medida que haya mas zona urbana, el clandestinaje de tala de árboles era menor por la presencia de personas (mas ojos que cuiden).</p> <p>Algunas zonas verdes podrían subir en calidad</p>	<p>están programados tienden a mantener el ambiente como esta,</p>	<p>para vender hay que considerar que el nivel socioeconómico que poblara es de nivel medio hacia arriba por lo tanto la densidad habitacional no será mucha incluso baja, con extensas áreas verdes, que antes no se cuidaban y ahora si, es decir es un factor de oferta (venta)</p>	
--	--	--	--	--	--

Identificación de los actores que intervienen
DIAGRAMA DE VENN



DESARROLLADORES

Principal actor, por que son estos quienes tienen la idea de que hacer, los oferentes. Son ciertos grupos que ya tienen de alguna manera apalabrada o acaparada el control de la planificación en la zona y partiendo de eso, ellos son capaces de hacer cumplir lo que determinen, que tan rápido dependerá de la gente

LAS AUTORIDADES EN TODOS LOS NIVELES

En el caso de Morelia, todos los niveles de autoridades tienen la misma influencia para los cambios.

POBLACION DE LA CIUDAD

El nivel de desarrollo de la ciudad, esta de acuerdo con lo que les están ofertando

EMPRESARIOS TURISTICOS

Grupo de empresarios turísticos, que tienen dinero para transformar la zona, para la oferta de atractivos o lugares para grupos selectos, por ejemplo en el caso de “Cerro Verde” no esta planificado para vivir ahí sino para pasar un tiempo ahí a quien le guste mucho.

EJIDATARIOS Y POBLADORES ORIGINALES

Son parte del proceso, pero no juegan ningún rol en la decisiones ellos se someterán a los acontecimientos.

Para transformar la zona debe hacerse con dinero, el actor que no tiene no podrá

Identificación del proceso de cambio

¿CÓMO ERA?	2004	¿CÓMO ES?	2008
ABUNDANCIA Áreas no urbanizadas (inactivas), en la espera para desarrollar, por que muchas de ellas ya estaban negociadas al menos en papeles (vendidas). Empezó cuando apareció la primera escuela (preparatoria privada) en el 1089 o 1990, a partir de la donación de terrenos de un monasterio.		ABUNDANCIA Mejora en infraestructura, con una mayor dinámica económica CARENCIA De accesos, por mas gente, debido a la nueva dinámica, mas escuelas, preparatorias y universidades. Accesos que no han cambiado en al menos 18 años.	
CARENCIA Infraestructura adecuada			
¿POR QUÉ CAMBIO?	2004	¿QUÉ NO HA CAMBIADO?	2008
PROCEDE, mas oferta de terrenos. Oportunidades de venta			
¿CÓMO SERA?	2015		
Como la zona sigue creciendo por lo mismo no podrá crecer más sin los accesos y por lo tanto es casi un hecho de que se hagan al menos en cuatro años iniciado a partir del 2006, sea el túnel u otra alternativa. Además por las fuertes inversiones como el centro comercial que en la actualidad esta aislada de los consumidores (de Morelia), hasta que lleguen los nuevos.			
Si habrán ejidatarios pero en las zonas mas alejadas donde aun hay bosque.			

El entrevistado asumió ya haber tocado las cuestiones en las dos siguientes tablas
Identificación de los principales "cuellos de botella"

TIPO	VALOR	¿ QUIÉN SE BENEFICIA?	¿QUIÉN SE PERJUDICA?	CAUSA	PROPUESTAS DE MEJORA

Identificación de las "buenas prácticas"

TIPO	VALOR	¿ QUIÉN SE BENEFICIA?	¿QUIÉN SE PERJUDICA?	CAUSA	PROPUESTAS DE MEJORA

SOBRE EL MODELO

1.- Cual de los tres modelos cree usted que es el mas acertado?

La segunda "Cobertura y uso del suelo simulada para el 2015, con tasa de urbanización triplicada"

2.- Cual es el aporte que la metodología presentada puede aplicarse en la actividad o rol social que usted realiza?

Se puede utilizar para graficar los posibles cambios que resulten cuando hipotéticamente hagamos aportaciones o modificaciones a los proyectos y de esa forma valorar el impacto que puedan tener.

3.- Cual cree usted que es la mayor limitante para aplicar esta metodología?

El manejo y ponderación de las variables, sobre todo en cuantos aspectos sociales o económicos por lo comprometido de los criterios personales.

4.- En que otras aplicaciones usaría esta metodología?

Para evaluar los posibles cambios de uso de suelo, para casos controvertidos

5.- Conoce usted metodologías diferentes que mejoren o faciliten el análisis realizado en esta tesis?

NO.

FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Es un respaldo para tomar o defender posturas derivadas de aspectos técnicos	Facilitan el desarrollo de varios escenarios para conclusiones mas precisas	La ponderación de variables y la elección en si de las mismas puede recaer en el criterio y no en la	ninguna

		realidad	
--	--	----------	--

Comentarios adicionales

Existen varias zonas de competencia en oferta habitacional (fraccionamientos), que dependen de proyectos a construir (ejemplo acceso a fraccionamiento "Cerro Verde"), en cuanto eso se resuelva habrá un crecimiento urbano rápido de corto plazo

PROCEDE:

El procede viene como consecuencia de un cambio en la constitución y un cambio en las leyes, que tiene que ver con la cuestión agraria, los ejidos que no eran dueños, pero tenían derecho de uso, que les pertenece al ejido entero, con áreas comunes e individuales. Cuando se hace la reforma se regulariza y mide todo, diferenciándolo de manera individual con el otorgamiento de títulos de propiedad. Las trabas burócraticas y legales para vender un terreno eran muy complicadas (implicaban cosas como permisos consensuados y legales de todo los componentes del ejido, permisos familiares, herederos, etc.) antes del cambio y luego de las reformas se hicieron fáciles. Por ejemplo si yo quiero desarrollar áreas, requiero escrituras o títulos de propiedad, con los cuales además, se tienen más acceso a créditos.

Es posible que los primeros frentes de expansión urbana, como la primer escuela primaria donada por un monasterio, este planeada para hacer que la población se mueva hacia esas áreas y así generar un flujo y desarrollar las zonas, de igual forma con el tecnológico de Monterrey que esta mas alejado todavía.

PROYECTO DEL TUNEL, FRACCIONAMIENTOS IRREGULARES Y POPULARES

A nivel Morelia no es una prioridad, hay zonas que están más carentes de agua, de drenajes, de acceso. Por otro lado, en teoría la autoridad no es la responsable de desarrollar los lugares, ante la pregunta de que por que donde viven los pobres crece feo y donde viven los ricos crece bonito, y la respuesta es por que cada quien le invierte lo que puede. La autoridad lo que tiene como obligación es la administración del servicio, una ves que el servicio exista, que se dificulta por los asentamientos irregulares, que deben iniciar un proceso de regularización.

En el caso de los fraccionamientos cercados se regulan por reglamentos internos que garantizan el mantenimiento de infraestructura y servicios que es aprobado y monitoreado por el ayuntamiento.

Dentro de la misma zona hacia lado de "cerro Verde" se dan crecimiento urbano de tipo popular con oferta de vivienda pero sin mucho en servicios e infraestructura, que no puede elegir donde quiere vivir sino donde puede.

CAMBIO DE LOS PRECIOS DE LOS TERRENOS CON EL TIEMPO

1997-98, 100 pesos el metro cuadrado, en la zonas de Santa Maria, en Jesús del monte como en 6, 7 pesos que ahora valen hasta 3000 pesos el metro cuadrado. En el 2004, en greña (hectáreas sin desarrollarla) costaba como 200 pesos, ya urbanizado por ejemplo en el pueblo 600 a 700 pesos. En el 2008 ya con inversiones (con banqueta, cercado y todo), entre 2500 y 3000 pesos, precio que el entrevistado considera es exagerado.

El tiempo de especulación empezó en los noventa (antes que los desarrolladores comiencen hacer cualquier transformación), es decir compras a futuro sabiendo que el grado de influencias con diferentes instituciones garantizaran lo planificado, incluso a través de presiones, por ejemplo el fraccionamiento "tres marías inauguro antes de tener autorizaciones", estas se entregaron el mismo día de inauguración, en donde el presidente municipal entrego la licencia de construcción.

OTROS

Se sabe que al principio se daban casos de especulación donde se cambiaban 1 o 2 hectáreas por un bocho (automóvil).

Entrevista
Cuestionario realizado a Informantes Clave
ANEXO CAPÍTULO IV-B

Fecha: 16 de febrero del 2008

Nombre completo: Humberto Wilfredo Alonso Razo

Ocupación: Diputado federal, por el distrito VII del estado de Michoacán, secretario de asuntos indígenas en el congreso de la unión de México, maestro de Profesión.

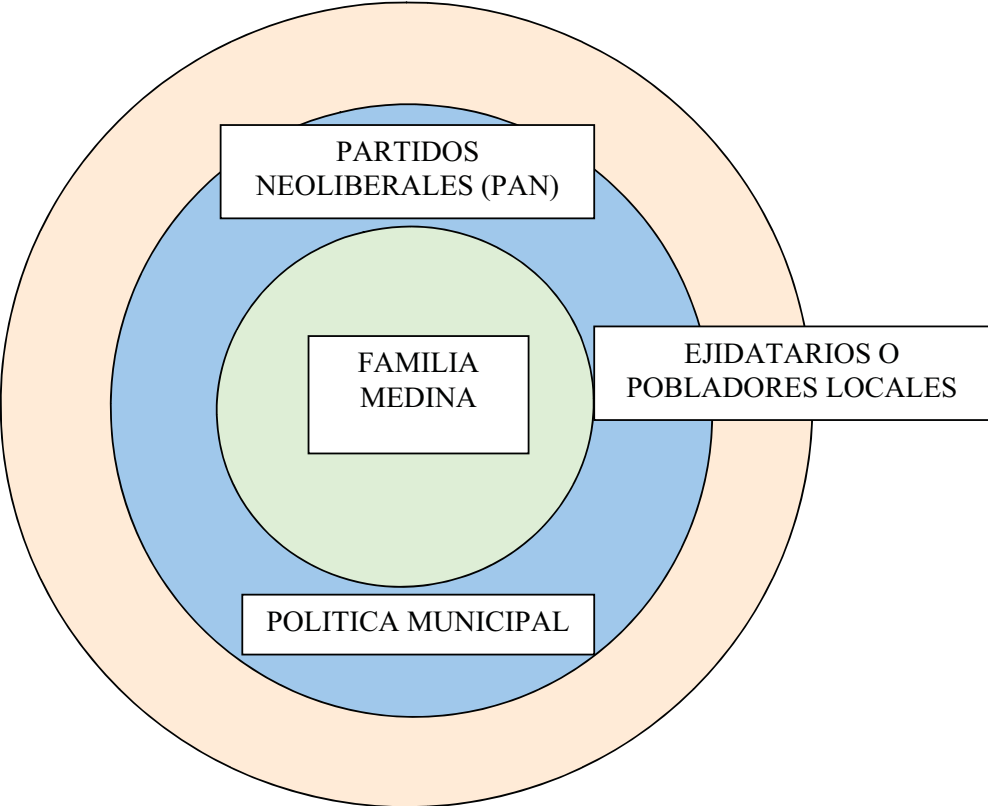
Experiencia: La docencia, experiencia política y experiencia en la lucha social.

Relación con la zona de estudio: comparte la cosmovisión de la gente originaria del lugar con respecto a su percepción con la naturaleza y desde el punto de vista social se siente identificado con la manera de ser y de actuar de sus habitantes y tercero de manera política es un impulsor de las relaciones sociales comunitarias.

Análisis del contexto actual

AMBITO	HECHOS	TENDENCIA	¿OPORTUNIDAD O AMENAZA?	¿PORQUE?	¿QUE SE PUEDE HACER?
<p>SOCIAL, ECONÓMICO, AMBIENTAL Y POLITICO</p> <p>Situación de despojo, porque ya los sacaron de su modus vivendi desde el punto de vista natural, social y político</p>	<p>Ya no has estructuras sociales para poder facilitar las decisiones políticas</p> <p>Perdida de identidad y vocación tradicional de uso del suelo</p> <p>Polarización de la sociedad: los de abajo y los de arriba</p> <p>Los de abajo que se han perdido en un ambiente difícil por la competencia desigual desde el punto de vista económico</p> <p>Influye en el abastecimiento de agua</p>	<p>Una sociedad elitista</p> <p>Van a cambiar totalmente las sociedades</p> <p>Comparativamente como las poblaciones de santa fe en el Distrito Federal.</p>	<p>Es un amenaza</p>	<p>Hay una familia muy potentada de apellido Medina a la cual Morelia les abrió las condiciones a través del poder político especialmente del Partido Acción Nacional (PAN)</p> <p>La modificación del artículo 27 constitucional</p> <p>La búsqueda de una Morelia con los valores que tienen estas personas</p>	<p>El congreso del estado debe declarar de entrada como reserva territorial esas zonas, con la intención de que se puedan considerar como reservas territoriales ecológicas para que se puedan mantener la captación del agua</p> <p>Deben delimitarse las partes urbanas, tienen que planificar mejor el uso del suelo</p> <p>Deben establecerse instituciones de estudios e investigación de otro carácter que no traigan el urbanismo como prioridad.</p>

Identificación de los actores que intervienen
DIAGRAMA DE VENN



Identificación del proceso de cambio

¿CÓMO ERA?	2004	¿CÓMO ES?	2008
ABUNDACIA Había identidades, escuela rural CARENCIA		ABUNDACIA Desarrollo de gran infraestructura CARENCIA	
¿POR QUÉ CAMBIO?	2004	¿QUÉ NO HA CAMBIADO?	2008
Por que perdieron identidad, cultura, organización, fortalezas comunitarias		Cambio todo	
Los pasos agigantados de los proyectos neoliberales que encontraron las condiciones optimas para ellos			
El político, los ayuntamientos municipales con el Partido Acción nacional (PAN) se puso a modo			
¿CÓMO SERA?	2015		
Una ciudad Moreliana Moderna sin identidad, un mundo de negocios de encuentros comerciales económicos, una vida feliz para los hombres de negocios			
Reductos de alguna gente que se negó a retirarse de sus territorios, muy poco			

El entrevistado asumió ya haber tocado las cuestiones en las dos siguientes tablas

Identificación de los principales “cuellos de botella

TIPO	VALOR	¿ QUIÉN SE BENEFICIA?	¿QUIÉN SE PERJUDICA?	CAUSA	PROPUESTAS DE MEJORA
Especulación y enajenación	Muy alto	Los ricos	Toda la sociedad Moreliana, en todos los aspectos en especial por los posibles desastres naturales, inundaciones, sequías, etc.	Política (municipios) e intereses económicos	Si las condiciones ya están o se prestan para este tipo de desarrollo económico no negar esta parte mala y convertir la gran porción de tierra aun no urbanizada en centros e instituciones de estudios e investigación, culturales ambientales sociales etc.
					No aumentar mas el crecimiento demográfico en la zona
					Otra es rescatar las partes que se tienen todavía de comunitarismo y los bosques declararlos de reserva y rescatar las manifestaciones culturales, manifestarlas y hacerlas valer.

Identificación de las “buenas prácticas”

TIPO	VALOR	¿QUIÉN SE BENEFICIA?	¿QUIÉN SE PERJUDICA?	CAUSA	PROPUESTAS DE MEJORA
NO hay					

SOBRE EL MODELO

1.- Cual de los tres modelos cree usted que es el mas acertado?

El tercer modelo, el que desearía sería el primer modelo.

2.- Cual es el aporte que la metodología presentada puede aplicarse en la actividad o rol social que usted realiza?

Serviría para ver las consecuencias de la perdida de valores culturales y organizativos, de modo que se puedan revalorizarlos.

3.- Cual cree usted que es la mayor limitante para aplicar esta metodología?

No. Creo que es el adecuado

4.- En que otras aplicaciones usaría esta metodología?

Sirven para Visualizar el futuro y sistematizar el presente en virtud de tener mejores relaciones y practicas sociales

5.- Conoce usted metodologías diferentes que mejoren o faciliten el análisis realizado en esta tesis?

NO.

FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Es de campo	Que se pude poner en la mesa de discusión para encontrar nuevas formas y alternativas	El que este en la mesa de los grandes intereses privados o de mala gente que toma decisiones	Que estén en manos de los hombres de poder neoliberales

Comentarios adicionales

El problema fundamental es de política económica y de intereses económicos a los cuales no les interesa las consecuencias de otra naturaleza y que desean sentirse potentados y mostrar un emporio económico de la clase pudiente, de la clase del poder. Hay otras zonas que pudiesen desarrollado en ese sentido Morelia para eso es basto y le están pegando al área que va a traer mas consecuencias de carácter ecológico.

Otro factor es el acceso de una política de derecha que se pone a modo para la iniciativa privada desarrolle sus potencialidades. La falta de capacitación y de sabiduría de sus propios habitantes por que en el ultimo de los casos por que en ultima instancia con capacitación ellos pudieron desarrollar un proyecto tal en el que inclusive ellos habrían sido beneficiados.

Le da gusto que se impulse este estudio en la idea de poder rescatar de los hombres que manejan de mala forma la economía en una ciudad tan importante que es patrimonio de la humanidad, que tiene muchas fortalezas culturales y que pueden permitir ser el Morelia colonial pero no el Morelia desde el punto de vista de la visión del dominio sino como aquella que quedo como la fotografia colonial pero con una convivencia mas social y mas humana, mas sensible.

Hasta hace años taras Morelia tenia pocos índices de Morelia y ahora no es así, además que ahora puede encontrarse con consecuencias ecológicas difíciles.

Entrevista

Cuestionario realizado a Informantes Clave

ANEXO CAPÍTULO IV-C

Fecha: 10 de enero del 2008

Nombre completo: Claudio Garibay

Ocupación: Antropólogo

Experiencia: Ha realizado muchas investigaciones sobre problemas de campesinos, conflictos agrarios, organización social en comunidades.

Relación con la zona de estudio: Habitante, nuevo en la zona que adquirió una casa en Jesús del Monte en un Fraccionamiento

Análisis del contexto actual

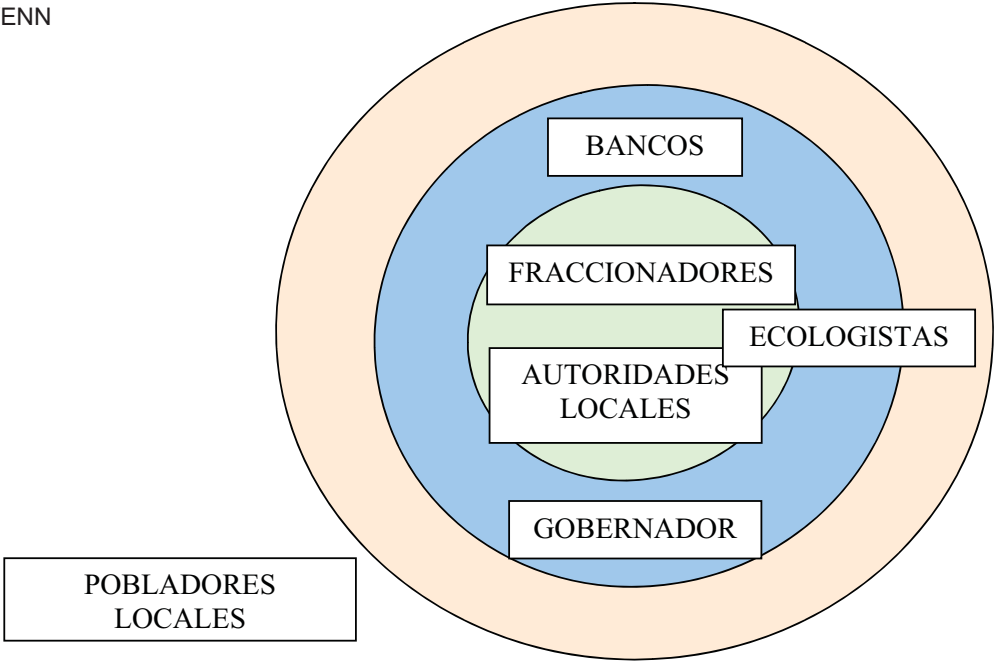
AMBITO	HECHOS	TENDENCIA	¿OPORTUNIDAD O AMENAZA?	¿PORQUE?	¿QUE SE PUEDE HACER?
<p>SOCIAL Reorganización de la oferta laboral en el pueblo Cierta tensión entre nuevos colonos de fraccionamientos (ricos), frente a la población local (pobres, como se autodenominan)</p>	<p>Mucha de la población local se dedica ahora ya no a labores campesinas sino a labores de albañilería, producción de tabiques y las mujeres se dedican al servicio domestico y generar nuevos pequeños servicios en el pueblo como la oferta de tortillas, tienditas y una serie de labores de comercio.</p> <p>Las familias aspiran a que sus hijos tengan educación técnica y profesional para integrarse a la vida urbana</p>	<p>Al abandono de la agricultura y la venta de tierras ejidales de manera muy marcada. Se venden tierras no urbanizadas y casas muy caras (casa campesinas, la otra tendencia es hacia una conversión de trabajo campesino a un ingreso vía salarios, lo que a redundado (cree) una reducción de la migración hacia fuera, hay muchas oportunidades de trabajo, no igual a la de USA pero sin peligros</p>	<p>OPORTUNIDADES Ingreso mas seguro, les permite planear de otra manera su vida cotidiana, mayor oportunidad de trabajo</p> <p>AMENAZAS Están entrando a una posición subalterna como trabajadores no calificados a la nueva vida social, lo que antes era una comunidad homogénea ahora es una comunidad clasista, los ricos de fuera con ingreso seguro, con mejor trabajo pagado y los locales que entran con menos posibilidades</p>	<p>Diferencia de ingresos Urbanización (clase media alta (arriba de 20,000.00 pesos /mes y alta), que les permite contratar gente que le ofrezca servicios, empleadas domesticas, jardineros, plomeros, etc.</p>	<p>Mas y mejor educación a la gente campesina o de ascendencia campesina que le permita elevar su condición social Y proporcionar muy buena información para que la gente no malbarate las tierras</p>
<p>CULTURAL Encuentro gente de altos ingresos con comunidad campesina (Urbano – rural) provoca</p>	<p>Las personas que viven en la zona no se mezclan ni vinculan en la vida social local y viceversa.</p>	<p>Posible conflictividad incrementada, en términos culturales.</p>			<p>Espacios públicos que puedan usar todos sin discriminación. Donde la gente no se sienta de segunda clase.</p>

<p>fuertes asimetrías que derivan en Tensiones que repercuten en un espacio social nuevo fragmentado por clases social debido al hermetismo de las mismas</p>	<p>Modificación de espacios públicos (bardeados en fraccionamientos universidades, Centros comerciales de lujo, etc.) que configura un paisaje muy diferente al paisaje previo (Ej. No libre circulación).</p> <p>Se instalará un centro comercial de lujo para gente de altos ingresos que no es accesible para otra gente</p>				
<p>ECONOMICO La organización de la región en dos sectores muy claros nuevas residencias urbanas con altos ingresos y población local de trabajadores con bajos ingresos</p>					
<p>AMBIENTAL Dependiendo del tipo de fraccionamiento habrá un efecto con una tremenda competencia por agua porque hay</p>	<p>(intuitivos) mayor consumo, gasto y desechos de aguas</p> <p>El problema del tratamiento de aguas no esta</p>	<p>Tiende a incrementar el crecimiento urbano (como la proyección mostrada en el estudio), puede</p>		<p>Hay una fuerte influencia de los residentes nuevos con las decisiones del gobierno</p> <p>Existe el concepto,</p>	

<p>pocos pozos y Fraccionamientos que no tienen asegurado su abasto por la cantidad de población que hay</p>	<p>siendo solucionado</p> <p>Ya hay un problema de contaminación por la saturación de vialidades</p>	<p>haber una urbanización mas blanda (un escenario mejor) en las partes más altas por la presencia de grandes áreas verdes, probablemente la proyección con infiltración no sea tan grave como en el modelo.</p> <p>El gobierno tendrá que diseñar sistemas de trasporte de agua a la zona si es que se puebla todo el lugar</p> <p>Es posible que termine construyéndose el periférico exterior u otras vías alternas</p>		<p>en zonas altas, de construir pequeños paraísos, con jardines para clases medias altas y altas.</p>	
---	--	--	--	---	--

Identificación de los actores que intervienen

DIAGRAMA DE VENN



Identificación del proceso de cambio

¿CÓMO ERA?	2004	¿CÓMO ES?	2008
ABUNDANCIA Terrenos agrícolas Bosque productivo CARENCIA		ABUNDANCIA Terrenos agrícolas abandonados en espera de ser fraccionados Bosque con fines de ornato CARENCIA	
¿POR QUÉ CAMBIO?	2004	¿QUÉ NO HA CAMBIADO?	2008
Por que los bosques están en las zonas altas y los terrenos están roturados para uso agrícola.		Las cumbres de los bosque (en términos de paisaje) Hay todavía señales de la infraestructura antigua (represas y caminos), no ha cambiado el centro del pueblo, no a cambiado todavía el estilo de vida de la gente del pueblo. Todo lo demás ya cambió	
¿CÓMO SERA?	2015		
Que los bosques se mantendrán (coberturas mas o menos grandes) con fines de ornato, por que es lo que la gente con altos ingresos quiere, dependiendo si no sobreviene una crisis económica que podría activar una dinámica de deforestación. Es decir dos posibles escenarios uno con crisis y otro sin el.			

Identificación de los principales “cuellos de botella”

TIPO	VALOR	¿ QUIÉN SE BENEFICIA?	¿QUIÉN SE PERJUDICA?	CAUSA	PROPUESTAS DE MEJORA
Transporte (salida)	Muy alto	Población Jesús del Monte	El resto de la ciudad (por uso recursos públicos)	Necesidad de vivienda de clases medias y altas que cumplan con sus expectativas simbólicas	Se debe de Negociar un acceso, es una necesidad
Escasez Agua	Muy Alto	Nadie	Todos los que viven en la zona y los que compraron pensando que tienen agua	Problema de ausencia de reglamentación por parte del municipio y los fraccionadores	Implantar sistemas de recuperación de aguas desde las casas y plantas de tratamiento
Ausencia de espacios públicos no	Alto	Fraccionadores	Población nueva y antigua	Fraccionadotes, por especulación y codicia	Construirlos de manera participativa

comerciales					
-------------	--	--	--	--	--

Identificación de las “buenas prácticas”

TIPO	VALOR	¿ QUIÉN SE BENEFICIA?	¿QUIÉN SE PERJUDICA?	CAUSA	PROPUESTAS DE MEJORA
Para los locales, es la infraestructura de comunicación vial	Medio	Población en general	nadie	No hay una idea de construir un espacio social agradable limitado por la inversión que conlleva	Construir espacios públicos
Hay cabida para ciclistas					

SOBRE EL MODELO

1.- Cual de los tres modelos cree usted que es el mas acertado?

El segundo escenario es el mas aceptado. Debería ponerse atención, incluso como necesidad, el incluir en el modelo la proyección de vialidades como el nuevo periférico (que se esta construyendo) y la forma como se vaya a dar salida para evitar lo del túnel, se encontraría que se abriría un frente o frentes nuevos de urbanización por fraccionamientos, lo que complicaría el escenario, aumentaría las tasa de urbanización, con estos nuevos puntos de crecimiento.

También podría considerarse otro frente cerca de la población de San Miguel del Monte.

Luego el modelo se ve muy sólido.

2.- Cual es el aporte que la metodología presentada puede aplicarse en la actividad o rol social que usted realiza?

No tiene nada que ver con la actividad que realiza o el rol social que cumple allí, pero si fuera un agente que tiene capital leería con mucho cuidado el estudio de tesis, como referencia para inversión en compra de terrenos, podría fomentar el proceso de especulación.

3.- Cual cree usted que es la mayor limitante para aplicar esta metodología?

No cree que tenga alguna limitante, para los alcances que pretende, si habría algún tipo de falta de información, obviamente faltaría realmente una investigación como de procesos políticos relacionados con la especulación inmobiliaria que tendría que involucrar la

investigación del municipio como tal, no nada más como planos sino municipio más grupos locales de fraccionadores, que permitiría modelar aun mejor la hipótesis, en virtud de que son ideas que se van asentando como proyectos de lo que hay que hacer y hacia donde dirigirse, es decir que en los planes talvez no haya datos, pero que si ya estén pensadas por los especuladores. Para proyectar aspiraciones o planificaciones.

4.- En que otras aplicaciones usaría esta metodología?

Una metodología excelente para investigaciones urbanas en general

Probablemente podría incorporarse información sobre características de las colonias que te permita ver hacia donde dirigirse, es decir incluir información temática socioeconómica (Ej. calidad de vida) en la proyección.

5.- Conoce usted metodologías diferentes que mejoren o faciliten el análisis realizado en esta tesis?

No para esta tesis, pero en función de conocer realidades sociales si se necesita incluir trabajo etnográfico complementario, que tiene que ver con buscar explicaciones de orden cualitativo, explorando estas ideas y subjetividades de estos grupos sociales que se proyectan como futuro (especuladores, fraccionadotes y habitantes). De esta manera podría discutirse mejor el problema en términos políticos.

FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Permite ubicar de manera muy precisa las transformaciones del paisaje	Desde el punto de vista de antropólogo podría muy bien ilustrar procesos que con esta herramienta se pueden mostrar de modo geográfico (espacial)	<p>No se ve debilidad en si misma, si se ve en el sentido de complementariedad, de modo que es mas descriptivo y no comprensivo.</p> <p>Si hay cierto grado de comprensión pero falta una discusión mas comprensiva de cómo se comportan los individuos, esto para mejorar la metodología</p>	Consecuencias no buscadas de la investigación como usarla para la especulación.

Comentarios adicionales

Se ve un trabajo muy sólido

El papel del municipio:

En términos formales es un espacio de representación social elegido democráticamente por los habitantes, pero en términos de política práctica ha sido un instrumento muy beneficioso para los especuladores, realmente está apoyando el crecimiento urbano. Tiene que dar permisos, avales de construcción y ser suave con los reglamentos, buscar la manera que continúe este proceso de urbanización, porque el municipio es una cosa y otra son las personas que están dentro.

En términos formales lo hacen por el beneficio de Morelia pero en términos informales las gentes del municipio se vinculan con las redes que propician el crecimiento urbano.

Como se mide en términos de pérdidas y ganancia el proceso de compra y venta de terrenos con respecto a las poblaciones sociales originales?

En el pueblo suceden dos procesos:

La propiedad ejidal se concebía como patrimonio familiar, lo que sucede ahora la familia (quien toma la decisión), al vender reparte el dinero o no. El hecho de que se vendan las tierras provoca que la división desigual de los bienes en la familia que reciben una gran riqueza que es muy fácil “dilapidarla” y normalmente son hombres los que se benefician, las mujeres se quedan sin dinero.

Por otro lado se están formando clases sociales al interior del pueblo, es decir que aquellos que eran ejidatarios y entre los que nunca lo fueron, genera otra lógica, es decir la transformación entre ricos y pobres y lo que tienes es una proletarización de la población del pueblo. En ese sentido un debilitamiento de las redes locales de reciprocidad social. Se encuentra pobreza urbana que es diferente a la rural que está asociada a procesos de anomia social, vandalismo, individualismo, aparición de prostíbulos, etc. es decir hay un cambio de valores.

En términos legales la titularidad de la tierra ahora es una propiedad alienable, por lo que no hay nada que hacer, lo que debe hacerse es concientizar sobre el valor de las tierras, podrían declarar algunas zonas como reserva ecológica lo cual no es necesariamente bueno.

El problema es en principio económico, ambiental, social o político?

El problema es una combinación entre legal y de ética política

En principio es que la relación entre municipio, población y fraccionados es asimétrica y eso repercute en que no haya espacios públicos no comerciales, reglamentación desde la construcción del fraccionamiento en términos ambientales y el tercero es la calidad propia de la información que se da a la población. Lo cual es injusto en el sentido de dejar perdedores en el proceso, producto de la falta de una consideración más respetuosa hacia la gente.

En ese sentido es un problema de cultura política y todo lo demás es consecuencia de esto, como los problemas sociales que van a emerger por no calcular las consecuencias.

Una de las cosas que no fue tomada en cuenta en el modelo y que no es posible tomarla de manera sencilla, es el problema de una potencial crisis económica (podría verse como modelar), si no hay una crisis económica. La idea es que con una crisis económica los fraccionados entraran en deuda y es posible que intenten modificar los propios reglamentos de los condominios y sub-fraccionar (más casas y más pequeñas como las duplex) y aumenten la densidad habitacional y el abaratamiento de los terrenos no en global pero sí para las familias. Lo que se tiene ahí es un nuevo mercado inmobiliario para clases medias y altas que pueden pagar, más o menos, 18,000.00 mensuales de interés fijo a 20 años, es decir para un crédito de 750,000.00 pesos de casas que valen 1,400,000.00 pesos (hay otras de 2 millones o 3 tres millones de pesos). Los 18 mil pesos deben ser el 33% de tus ingresos totales, es decir ingresos de aproximadamente 40 mil pesos mínimo.

A comparación con INFONAVIT, te dan 560,000.00 pesos máximo si tienes un trabajo fijo como obrero calificado, y eso baja a 200 ó 250 mil pesos y uno puede comprar la casa donde le alcance, con el banco y con INFONAVIT se puede acceder crédito de hasta 850 mil pesos, por eso la zona de estudio es para personas con ingresos altos.

La gente que esta habitando en la actualidad, es gente con vínculos o de fuerte influencia en instituciones, con el gobierno y empresas privadas, es decir gente vinculada a buenos negocios.

Aparentemente hay una competencia entre fraccionadores muy fuerte que se disputan los beneficios de la inversión pública, el ejemplo en Morelia sería entre los fraccionamientos Tres Marías y Monarca.

La población local como la de Jesús del Monte aprueba el proceso de urbanización.

Los pobladores locales venden los terrenos (dentro del área de estudio, en la parte que se va a conservar) a 300 mil pesos, mil metros cuadrados, que es barato comparado con lo que vale en otras zonas de la misma área, pero es un terreno ofrecido por un campesino, fuera de este ejemplo, por parte de los fraccionadores cuestan aproximadamente un millón de pesos, también mil metros cuadrados, sin construir.

Los pobladores locales dicen que todo el terreno donde será construido el centro comercial se vendió como en 300 mil pesos (dato que no fue corroborado). En ese entonces no tenían noción del alcance del proyecto de urbanización, ahora no malbaratan los terrenos y ya entraron en el proceso de especulación también.

Se puede encontrar señales de una fuerte inversión en la construcción de casas campesinas producto del ingreso por venta de terrenos, es decir todo el pueblo del Jesús del Monte esta repleto de casas en construcción. Hay cierto repunte de las fabricas de ladrillos (tabiquerías). No se ve inversiones en actividades productivas.

