

ESTUDIO PARA EL ANALISIS MULTITEMPORAL Y PROSPECTIVO DEL USO DEL SUELO DE LA PROVINCIA DEL CARCHI, PARA LOS PERIODOS 1987, 2009 Y 2030

Darío Boada¹, Rodrigo Moreno¹, Santiago Rojas¹ y Carolina Rendón¹

¹ AGROPRECISION. Correo electrónico: dboada@agroprecision.net

RESUMEN DEL PROYECTO

JUSTIFICACION

En la actualidad el Gobierno Provincial del Carchi a través de la Dirección de Planificación se encuentra implementando el proyecto “Planificación y Ordenamiento Territorial para la Provincia del Carchi (POT – Carchi)”, surgida como una propuesta estratégica a largo plazo, que pretende viabilizar la construcción dinámica y participativa del territorio provincial que se desea tener en el futuro; considerando que éste ha visto incrementada su población a casi al doble en los últimos cuarenta años; ocupa uno de los primeros lugares en la producción nacional de papa; cuenta con una zona occidental especialmente rica en bosques, y su condición fronteriza suscita un continuo e histórico proceso de integración comercial, ecológica, étnica y cultural. Con el afán de obtener una visión clara del desarrollo deseado del territorio. Esta mirada hacia el futuro, debe ser estratégica, limitada y tener así un plazo claro, no sólo para tener una idea de lo que tenemos que anticipar o suponer (los cambios), sino también para estar consientes de las posibilidades que tenemos (financieras, personales, técnicas...). Por lo que, sobre la base de la estructura territorial existente se realiza un análisis del estado anterior del territorio (el pasado), lo que en conjunto nos permite obtener o llegar a un entendimiento de los cambios que podríamos esperar en el futuro. Es así que, los escenarios nos permiten investigar posibles futuros. Para lo cual es necesario realizar el estudio de análisis multitemporal y prospectivo del uso del suelo de la Provincia del Carchi.

OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar estudios para el Análisis Multitemporal y Prospectivo del Uso de Suelo de la Provincia del Carchi, para los períodos de 1989, 2009, 2030.

Objetivos Específicos

- Realizar el procesamiento y tratamiento digital de las imágenes satelitales.
- Generar mapas temáticos escala 1:50 000: mapas de cambio de uso del suelo y de crecimiento urbano en los años establecidos, mapa del modelo prospectivo del crecimiento urbano y de áreas sensibles al 2030.
- Evaluar la dinámica del uso de suelo de la Provincia del Carchi.

PROCEDIMIENTOS Y ACTIVIDADES

Generalidades

División Política Administrativa del Área de Estudio

Las áreas de estudio se encuentran conformadas por 5 bloques ubicados en los Cantones y Parroquias que se muestran en la **Tabla 1** y **Mapa 1**

Cuadro 1 Distribución Política de las áreas de estudio

BLOQUE	CANTON	PARROQUIA
BLOQUE 1	Mira	Jijón y Camaño
	Tulcán	El Chical
	Espejo	El Goaltal
BLOQUE 2	Tulcán	Tulcán
		Urbina
BLOQUE 3	Mira	Mira
	Espejo	El Ángel
		San Isidro
		La libertad
BLOQUE 4	Montufar	La Paz
		San Gabriel
		Cristóbal Colón
		Fernández Salvador
		Chitán de Navarrete
	Tulcán	Piöter
		Santa Martha de Cuba
		Julio Andrade
	Huaca	Huaca
		Mariscal Sucre
	BLOQUE 5	Bolívar
San Rafael		
Monte Olivo		



Tabla 2. Superficies y poblados del área en estudio.

Nombre	Superficie en Ha	POBLADOS PRINCIPALES
Bloque 1	8092,96	El Chical
Bloque 2	2538,5	Tulcán
Bloque 3	8984,21	El Ángel, San Isidro, La Libertad e Ingueza
Bloque 4	20732,98	San Gabriel, Cristóbal Colón, Santa Martha de Cuba, Huaca, Julio Andrade, Fernández Salvador y Mariscal Sucre.
Bloque 5	3936,9	San Rafael, Pueblo Nuevo, Monte olivo, San Francisco de Caldera y Piquiucho.
Total	44285,55	

Información Secundaria

- Línea Base (Centros Poblados, Relieve, Infraestructura Básica, Hidrografía, Vías)
- División Política Administrativa
- Imágenes Satelitales Multiespectrales
- 5 imágenes LANDSAT de los años 1986 y 1987 con Datum, WGS84 18S de 30 m de resolución/pixel.
- 5 imágenes ASTER de los años 2005 y 2007 de 15 m de resolución/pixel, las cuales de igual manera fueron procesadas digitalmente y se extrajo el área de interés

Procesamiento de las Imágenes Satelitales

Para realizar el tratamiento digital de las imágenes LANDSAT y ASTER se utilizó los programas ERDAS IMAGINE 9.1 y ARCGIS 9.3, con los cuales se realizaron las siguientes etapas:

Corrección geométrica,

- Corrección radiométrica
- Extracción del área de interés
- Realce y corrección del contraste de la imagen
- Clasificación No supervisada
- Fase de entrenamiento
- Interpretación Digital (Realce, clasificación e Índice de separabilidad)
- Comprobación de campo
- Clasificación Supervisada
- Fase de Asignación
- Edición Final de coberturas

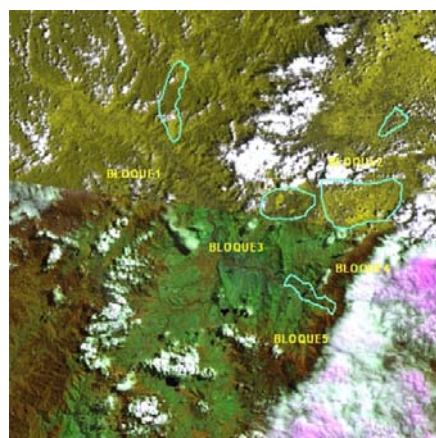


Imagen 1. Imagen Satelital Multiespectral Landsat 1986.

Tabla 3. Leyenda de Identificación, Interpretación y Definición de Términos

Nº	TIPOS DE COBERTURA	CODIGO	Definición de Términos
1	Área Urbana	Au	Son aquellas áreas en donde se encuentran concentradas zonas pobladas.
2	Bosque natural	Bn	Se denomina al ecosistema arbóreo natural primario y secundario que actualmente se halla sin ocupación o intervención humana.
3	Bosque plantado	Bc	Masa boscosa formada antrópicamente con una o diferentes especies madereras nativas o introducidas, con manejo silviculturales y dedicada a varios fines
4	Bosque intervenido	Bi	Es aquel ecosistema arbóreo natural que actualmente se halla con intervención humana, en general se refiere a la remoción de una parte de la vegetación, ya sea por tala selectiva o no.
5	Pasto natural	Pn	Vegetación dominante constituida por especies herbáceas nativas con un crecimiento espontáneo, que no reciben cuidados especiales, utilizados con fines de pastoreo esporádico, vida silvestre o protección
6	Pasto cultivado	Pc	Vegetación ocupada por especies herbáceas introducidas, utilizadas con fines pecuarios, que para su establecimiento y conservación requieren de labores de cultivo y manejo conducidos por el hombre o regeneración espontánea de especies introducidas.
7	Páramo	Pa	Vegetación herbácea de alta montaña, resistente a vientos y heladas, asociada ocasionalmente con arbustos, resistentes a temperaturas menores a los 5 grados centígrados. Agrupan pajonales, frailejones, almohadillas y arbustos coriáceos.
8	Cultivos de ciclo corto	Cc	Asociación que incluyen cultivos de consumo interno o comercial, cuyo ciclo vegetativo no excede de un año, y no es posible clasificarlos independientemente ni por asociaciones, pues generalmente se hallan formando parte de minifundios cuyo denominador común son los policultivos.
9	Cultivos de ciclo perenne	Cp	Cultivos de consumo interno o comercial cuyo ciclo vegetativo excede de un año.
10	Suelos desnudos	Sd	Son aquellos suelos que no presentan ningún tipo de cobertura vegetal, pudiendo ser afloramientos rocosos, grava, minas o áreas erosionadas con elevado desgaste del suelo orgánico, en el área del proyecto se identifican también a las vías asfaltadas representativas.
11	Cuerpos de agua	Ca	Superficies y volúmenes de agua natural estática o en movimiento que reposan sobre la superficie terrestre. Se agrupan en esta clase; lagos, lagunas y todo el sistema hidrográfico en general.
12	Vegetación arbustiva	Va	Vegetación natural cuya composición florística no sobrepasa los 10 metros de altura y la estructura del tallo no alcanza los 15 centímetros de grosor, localizada generalmente en relieves fuertes, producto de la regeneración espontánea. Se considera en esta categoría a toda aquella vegetación conocida como matorral o chaparro.

Tabla 4. Equipo Utilizado.

PO	USO
GPS GARMIN MAP 60 Cx	Adquisición de coordenadas en los sitios de referencia y con cobertura o uso representativo
MAPAS PORTÁTILES	Se utilizó para la navegación en la cartografía utilizada en tiempo real que permite observar e identificar claramente el territorio de una manera remota, lo cual permite a los técnicos tener una ubicación lógica permanente.
CÁMERAS FOTOGRÁFICAS DIGITALES	Toma de fotografías dirección de cada punto cardinal esto es: N, S, E y O de cada sitio tomado con el GPS
TABLET PC-GPS GARMIN IQE	Para las zonas de difícil acceso se utilizó este equipo, que por su pequeño tamaño es fácilmente transportable.
INTERNET PORTÁTIL	El servicio de Internet móvil se lo ha utilizado como apoyo para navegar en el software GOOGLEEARTH y así disponer de otra fuente de datos alternativa.
VEHICULOS 4 X 4	Movilidad del recurso humano y equipos



Imagen2. Equipos utilizados para verificación en campo

SOFTWARE

- SIG ArcGis 9.3**
Es un sistema desarrollado por la firma norteamericana ESRI, que ha integrado ayuda basada en conceptos y contenido de Sistemas de Información Geográfica (SIG)
- DNR Garmin**
El DNR Garmin es una herramienta de software libre desarrollado por el Departamento de Recursos Naturales de Minnesota, que permite una navegación en tiempo real dentro del software ArcGis 9.2, con lo cual aseguramos manejar gran cantidad de información en campo, además este software permite descargar la ruta recorrida y los puntos de interés recolectados en el equipo GPS.
- ArcPad 7.0**
El ArcPad es un programa creado por desarrolladores de ESRI para dispositivos móviles y ofrece a sus usuarios la posibilidad de capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar y mostrar información geográfica.
- ERDAS IMAGINE 9.1**
Herramienta cartográfica digital de percepción remota y teledetección de la firma LEICA.

Actividades desarrolladas en Campo

- Se hizo la supervisión de campo mediante puntos de verificación tomados con equipos GPS, los cuales consistieron en la toma de coordenadas y la documentación en campo, con boletas,

fotografías en cada punto cardinal N, S, E, O y videos en sitios estratégicos según lo planificado

- Se utilizó mapas preliminares impresos y digitales (ingresados en cada computador y POCKET GPS) de cada bloque, con la clasificación no supervisada que se obtuvo en oficina usando imágenes Aster e información secundaria.
- En cada mapa se detalló: vías, ciudades y poblados, de esta manera se facilitó el recorrido por los bloques. Con los mapas impresos se determinó previamente las vías a seguir y la ubicación de los puntos de verificación.
- El computador portátil se conectó un equipo GPS el cual interactuó con el software DNR Garmin y el SIG ArcGIS 9.2 lo cual permitió una navegación dentro de las unidades, verificando las coberturas de uso de cada bloque mediante puntos o coordenadas de validación de las áreas significativas.
- El equipo POCKET GPS se ubicó sobre una montura especializada en el vehículo, la cual permitió una correcta visión del equipo con la posición dentro del mapa digital y del área de trabajo en tiempo real, permitiendo un mejor desenvolvimiento en el área del proyecto.
- Adicionalmente se utilizó una ficha de campo con la siguiente información: Coordenadas (x,y,z), Localización, Descripción, Punto GPS y número de bloque.

Obtención del mapa temático de uso del suelo

Culminada la fase de campo se tabuló toda la información levantada y se determinó en formato raster (.img) el tipo de cobertura a la que pertenece cada uno de los valores espectrales de la imagen satelital (Clasificación Supervisada), posteriormente se procedió a realizar procesos de filtros mediante la herramienta Majority Filter de ArcMap (Arcgis 9.2) y se filtro los polígonos de acuerdo a los parámetros de esta herramienta.

Las áreas con dimensiones menores a las establecidas, de acuerdo con la escala, fueron eliminadas e integradas en otras clases.

También se realizó la clasificación supervisada para la imágenes ASTER, adicionalmente con la información obtenida en campo también se pudo constatar algunas coberturas en las imágenes LANDSAT y de esta manera confirmar la información obtenida mediante el procesamiento de las imágenes.

Posteriormente se realizó la edición final de clasificación en forma visual utilizando las bandas 4, 5, y 3 para las imágenes de LANDSAT y la combinación de 3, 2, y 1 para las imágenes de ASTER fundamentándose en la leyenda temática descrita anteriormente.

Análisis multitemporal del uso del suelo

Esta fase comprendió la etapa final respecto al análisis de los datos, mediante este proceso espacial comparativo se midió e identificó donde se han producido los cambios durante el período de tiempo analizado (1987-2009). Este análisis además permitió definir la tasa de cambio en la cobertura vegetal y la expansión urbana.

Determinación del área urbana al año 2030

El crecimiento del área de ocupación es diferente al crecimiento poblacional ya que depende de factores distintos a la población (crecimiento vertical de las construcciones, reducción de áreas de recreación, reducción del espacio ocupado por familia, etc.) este crecimiento no es uniforme sino que sufre una variación en relación al crecimiento poblacional, la relación de densidad poblacional nos permite agrupar en un solo valor todas las variables tanto de población y de área.

La variación de crecimiento es una curva de segundo grado o mayor y esto depende del número de años en el que se tomó las muestras, en este caso es un sistema de ecuaciones de segundo grado ya que se tiene muestras de los años 1987, 2000 y 2009.

Tabla 5. Áreas Urbanas en los años 1987, 2000, 2009, 2030

PARROQUIA	AREA 1987(ha)	AREA 2000(ha)	AREA 2009(ha)	AREA 2030(ha)
El Chical	1,31	3,75	4,95	6,18
Tulcán	209,34	409,46	594,05	1171,23
El Ángel	54,23	88,87	139,86	344,76
La Libertad	6,11	9	23,71	98,49
San Isidro	10,99	34,3	68,98	208,94
Cristóbal Colón	2,58	4,98	7,47	15,94
Fernández Salvador		4,07	8,9	26,58
Huaca	6,76	20,29	64,72	279,95
Julio Andrade	17,17	39,2	85,09	289,64
Mariscal Sucre		6,95	16,73	55,38
San Gabriel	71,8	107,42	194,09	593,68
Santa Martha de Cuba		7,61	18,29	60,38
Los Andes	0		3,97	25,88
Monte Olivo	11,75	16,07	20,56	35,83
San Rafael	1,42	3,03	5,26	14,04

Mapa de Crecimiento Urbano y Prospección al 2030

Para la generación del mapa de crecimiento urbano en la provincia del Carchi de la cartografía temática se consideró lo siguiente:

- Recopilación de información de la línea base de la provincia del Carchi.
- Información satelital de los años 1987, 2000 (imágenes Landsat) y 2009 (imágenes Aster).
- Información estadística de población de los años 1990 y 2001.
- Archivo Excel con estadísticas poblacionales por parroquias.

Con el mapa de restricciones de uso urbano y el mapa de crecimiento urbano, se generó un nuevo mapa en el que se definió la dirección del crecimiento urbano y las áreas no restringidas en las que se puede dar este, la forma del polígono de esta área se determinó por las condiciones del nuevo mapa proyectado al año 2030.

Determinación de la prospección de uso del suelo al 2030 hacia áreas sensibles.

Para determinar la superficie de intervención antrópica hacia áreas sensibles como bosques naturales, páramos y en el caso del bloque 5 vegetación arbustiva, se realizó un análisis en base a la información

generada del estudio multitemporal de cada bloque en relación a las épocas de 1987 y 2009, en donde se obtuvieron índices de pérdida de cobertura en hectáreas y porcentajes de las unidades temáticas de uso del suelo para cada bloque.

Para obtener la superficie de pérdida al 2030 de cada bloque en áreas sensibles, se hizo necesario suponer un escenario futuro al 2030 con dos muestras, para lo cual se utilizó los índices de pérdida de cobertura anual y se los proyectó al 2030, suponiendo que se mantendrían las mismas condiciones de pérdida que las actuales.

Mapa de Prospección De Uso Del Suelo Al 2030 hacia Áreas Sensibles

Para determinar la ubicación espacial y la forma del área de prospección del uso del suelo hacia zonas sensibles, se uso la siguiente información: superficie de cambio proyectada al 2030, mapa de restricciones, área de intervención al 2009, mapa temático de áreas protegidas, accesos viales, infraestructura de riego, entre otras variables disponibles, con la cual se realizó un cruce de información en un paquete informático SIG.

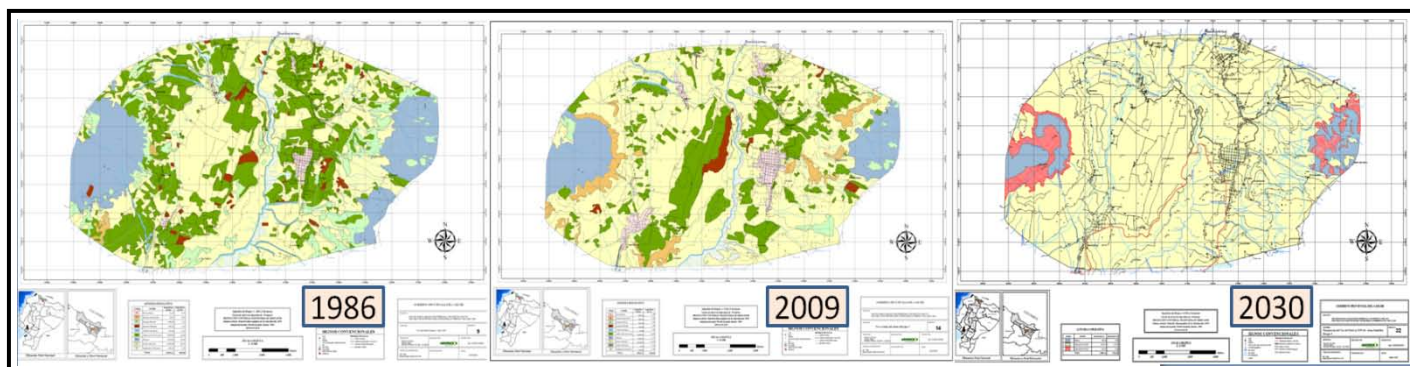


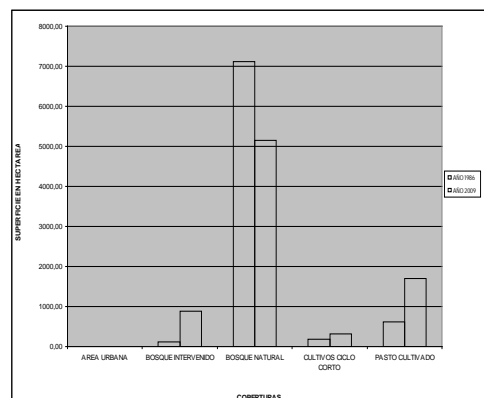
Imagen 3. Mapas de Multitemporalidad de Uso del Suelo (1986-2009) y prospección hacia áreas sensibles al 2030, Sector Páramo del Ángel.

Resultados

Análisis Multitemporal y Dinámica de Uso del Suelo.

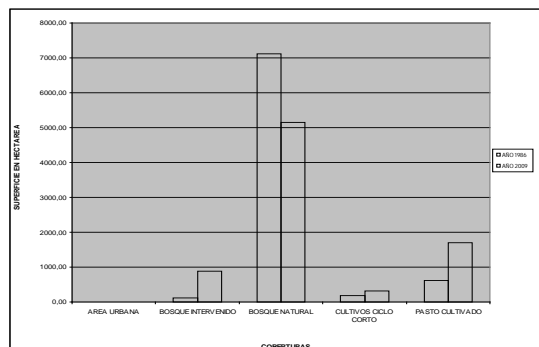
Bloque 1

COBERTURAS	AREA USO 1986	AREA USO 2009	RESULTADO	SUPERFICIE CAMBIO	CAMBIO PROMEDIO ANUAL	PORCENTAJE DE CAMBIO	INDICE PROMEDIO ANUAL
AREA URBANA	1.31	4.95	AUMENTA	3.64	0.16	277.93%	12.08%
BOSQUE INTERVENIDO	121.11	875.18	AUMENTA	754.07	32.79	622.62%	27.07%
BOSQUE NATURAL	7115.15	5149.47	DISMINUYE	-1965.68	-85.46	-27.63%	-1.20%
CULTIVOS CICLO CORTO	175.10	309.68	AUMENTA	134.58	5.85	76.86%	3.34%
PASTO CULTIVADO	619.08	1702.40	AUMENTA	1083.32	47.10	174.99%	7.61%



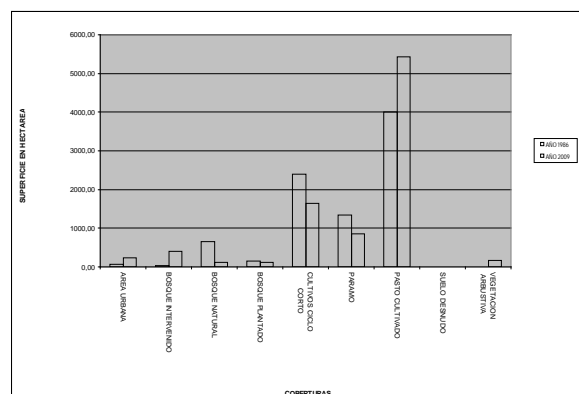
Bloque 2

COBERTURAS	AREA USO 1986	AREA USO 2009	RESULTADO	SUPERFICIE CAMBIO	CAMBIO PROMEDIO ANUAL	PORCENTAJE DE CAMBIO	INDICE PROMEDIO ANUAL
AREA URBANA	1.31	4.95	AUMENTA	3.64	0.16	277.93%	12.08%
BOSQUE INTERVENIDO	121.11	875.18	AUMENTA	754.07	32.79	622.62%	27.07%
BOSQUE NATURAL	7115.15	5149.47	DISMINUYE	-1965.68	-85.46	-27.63%	-1.20%
CULTIVOS CICLO CORTO	175.10	309.68	AUMENTA	134.58	5.85	76.86%	3.34%
PASTO CULTIVADO	619.08	1702.40	AUMENTA	1083.32	47.10	174.99%	7.61%



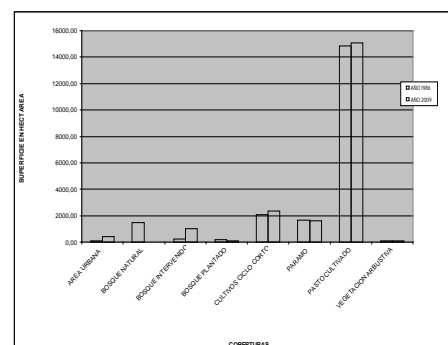
Bloque 3

COBERTURAS	AREA USO 1986	AREA USO 2009	RESULTADO	SUPERFICIE CAMBIO	CAMBIO PROMEDIO ANUAL	PORCENTAJE DE CAMBIO	INDICE PROMEDIO ANUAL
AREA URBANA	71.33	232.55	AUMENTA	161.22	7.01	226.0%	9.8%
BOSQUE INTERVENIDO	39.47	253.43	AUMENTA	213.96	9.30	542.1%	23.6%
BOSQUE NATURAL	650.55	112.87	DISMINUYE	-537.68	-23.38	-82.7%	-3.6%
BOSQUE PLANTADO	146.01	261.13	AUMENTA	115.12	5.01	78.8%	3.4%
CULTIVOS CICLO CORTO	2389.54	1634.87	DISMINUYE	-754.67	-32.81	-31.6%	-1.4%
PARAMO	1332.58	850.47	DISMINUYE	-482.11	-20.96	-36.2%	-1.6%
PASTO CULTIVADO	4008.94	5429.43	AUMENTA	1420.49	61.76	35.4%	1.5%
VEGETACION ARBUSTIVA	234.19	8.31	DISMINUYE	-74.14	-3.22	-31.7%	-1.4%



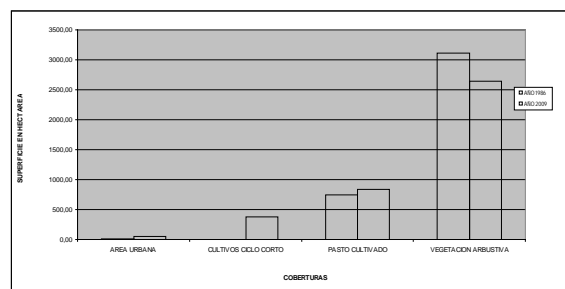
Bloque 4

COBERTURAS	AREA USO 1986	AREA USO 2009	RESULTADO	SUPERFICIE CAMBIO	CAMBIO PROMEDIO ANUAL	PORCENTAJE DE CAMBIO
AREA URBANA	102.32	395.3	AUMENTA	292.99	12.74	286.30%
BOSQUE NATURAL	1487.33	0	DISMINUYE	1487.33	-67.6	100.00%
BOSQUE INTERVENIDO	223.09	1025.93	AUMENTA	802.84	36.49	459.89%
BOSQUE PLANTADO	196.73	88.61	DISMINUYE	-108.12	-4.7	-55.00%
CULTIVOS CICLO CORTO	2051.85	2372.15	AUMENTA	320.29	13.93	15.60%
PARAMO	1667.82	1603.04	DISMINUYE	-64.78	-2.82	-3.90%
PASTO CULTIVADO	14826.75	15099.21	AUMENTA	272.46	11.85	1.80%
VEGETACION ARBUSTIVA	102.6	76.5	DISMINUYE	-26.1	-1.13	-25.40%



Bloque 5

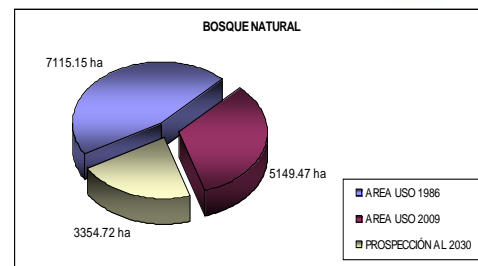
COBERTURAS	AREA USO 1986	AREA USO 2009	RESULTADO	SUPERFICIE CAMBIO	CAMBIO PROMEDIO ANUAL	PORCENTAJE DE CAMBIO	INDICE PROMEDIO ANUAL
AREA URBANA	13.17	48.72	AUMENTA	35.55	1.55	269.84%	11.73%
CULTIVOS CICLO CORTO	0.00	374.37	AUMENTA	374.37	16.28	0.00%	0.00%
PASTO CULTIVADO	740.24	835.31	AUMENTA	95.07	4.13	12.84%	0.56%
VEGETACION ARBUSTIVA	3116.93	2647.14	DISMINUYE	-469.79	-20.43	-15.07%	-0.66%



Prospección de uso del suelo hacia áreas sensibles al año 2030

Bloque 1

ÁREAS SENSIBLES	AREA USO 1986	AREA USO 2009	CAMBIO PROMEDIO ANUAL en Ha	SUPERFICIE DE CAMBIO 2030	PROSPECCIÓN AL 2030	PORCENTAJE DE CAMBIO
BOSQUE NATURAL	7115.15	5149.47	-85.46	-1794.75	3354.72	-34.9%

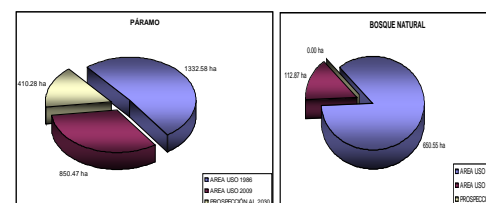


Bloque 2

Para el caso del bloque 2, no se encuentra actualmente coberturas sensibles (Bosque natural o Páramo), debido a que la superficie de este bloque se encuentra ocupado en mayor parte por el área urbana la cual ha aumentado desde 1986 al 2009 en un 179.42%.

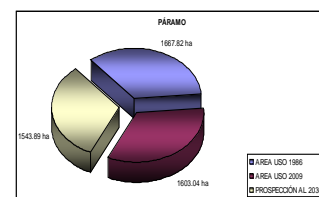
Bloque 3

ÁREAS SENSIBLES	AREA USO 1986	AREA USO 2009	CAMBIO PROMEDIO ANUAL en Ha	SUPERFICIE DE CAMBIO 2030	PROSPECCIÓN AL 2030	PORCENTAJE DE CAMBIO
BOSQUE NATURAL	650.55	112.87	-23.38	-490.93	0.00	100.0%
PARAMO	1332.58	850.47	-20.96	-440.19	410.28	-51.8%



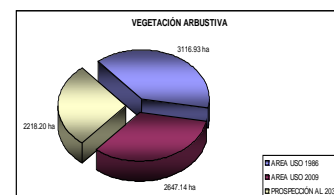
Bloque 4

ÁREAS SENSIBLES	AREA USO 1986	AREA USO 2009	CAMBIO PROMEDIO ANUAL en Ha	SUPERFICIE DE CAMBIO 2030	PROSPECCIÓN AL 2030	PORCENTAJE DE CAMBIO
PÁRAMO	1667.82	1603.04	-2.82	-59.15	1543.89	-3.7%



Bloque 5

ÁREAS SENSIBLES	AREA USO 1986	AREA USO 2009	CAMBIO PROMEDIO ANUAL en Ha	SUPERFICIE DE CAMBIO 2030	PROSPECCIÓN AL 2030	PORCENTAJE DE CAMBIO
VEGETACION ARBUSTIVA	3116.93	2647.14	-20.43	-428.94	2218.20	-16%



Modelo Proyectivo de Crecimiento Urbano, para los periodos 1987, 2009 y 2030

Bloque 1

Poblado El Chical		
Año	Superficie ha	Población
1987	1,31	1590
2000	3,75	2256
2009	4,95	2724
2030	6,18	5059

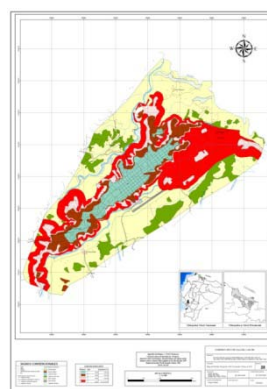
EL CHICAL		
Relación Años	superf. Cambio Ha.	% de cambio
1987-2009	3,64	277,9
2009-2030	1,23	24,8



Bloque 2

Poblado Tulcán		
Año	Superficie ha	Población
1987	209,34	4461
2000	409,46	7382
2009	584,94	9682
2030	1171,23	23605

TULCAN		
Relación Años	superf. Cambio Ha.	% de cambio
1987-2009	375,6	179,4
2009-2030	586,29	100,2



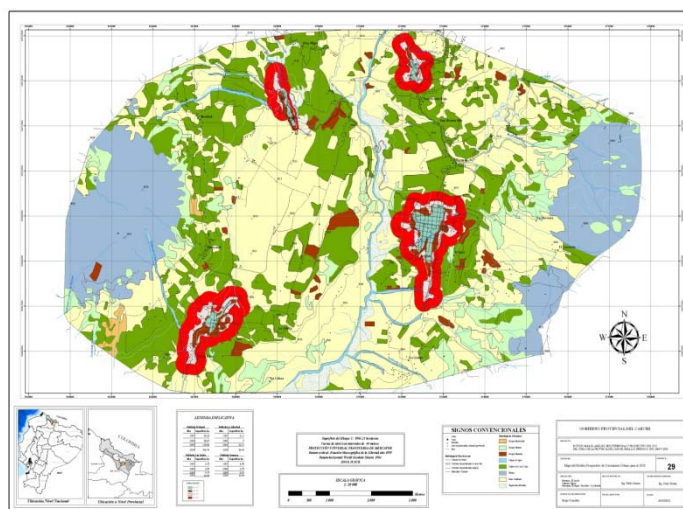
Bloque 3

Poblado El Angel			Poblado La Libertad		
Año	Superficie ha	Población	Año	Superficie ha	Población
1987	46,9	1631	1987	6,11	3504
2000	73,34	2081	2000	9	3485
2009	117,72	2372	2009	23,71	3475
2030	289,55	3651	2030	98,49	3442

Poblado San Isidro			Poblado Inguiza		
Año	Superficie ha	Población	Año	Superficie ha	Población
1987	10,99	3119	1987	7,33	--
2000	34,3	2862	2000	15,53	--
2009	68,98	2732	2009	22,14	--
2030	208,94	2346	2030	55,21	--

Poblado El Angel			Poblado La Libertad		
Relación Años	superf. Cambio	% de cambio	Relación Años	superf. Cambio	% de cambio
1987-2009	70,82	151,0	1987-2009	17,6	288,1
2009-2030	171,83	146,0	2009-2030	74,78	315,4

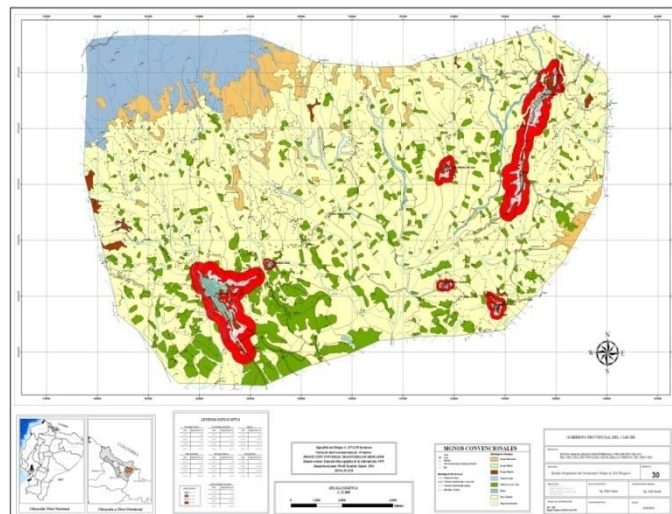
Poblado San Isidro			Poblado Inguiza		
Relación Años	superf. Cambio	% de cambio	Relación Años	superf. Cambio	% de cambio
1987-2009	57,99	33,7	1987-2009	14,81	202,0
2009-2030	139,96	202,9	2009-2030	33,07	149,4



Bloque 4

Cristóbal Colón			Fernández Salvador		Huaca		
Año	Superficie ha	Población	Superficie ha	Población	Año	Superficie ha	Población
1987	2,58	3069	1,42	1374	1987	6,76	3283
2000	4,98	2942	4,07	1392	2000	20,29	3261
2009	7,47	2873	8,9	1401	2009	64,72	3249
2030	15,94	2668	26,58	1433	2030	279,95	3209
Julio Andrade			Mariscal Sucre		San Gabriel		
Año	Superficie ha	Población	Superficie ha	Población	Año	Superficie ha	Población
1987	17,17	8132	1,04	1375	1987	71,8	7487
2000	39,2	9213	6,95	1346	2000	107,42	7076
2009	85,09	9853	16,73	1331	2009	194,09	6864
2030	289,64	12287	55,38	1283	2030	593,68	6211
Santa Martha de Cuba							
Año	Superficie ha	Población					
1987	1,54	1607					
2000	7,61	2014					
2009	18,29	2274					
2030	60,38	3389					

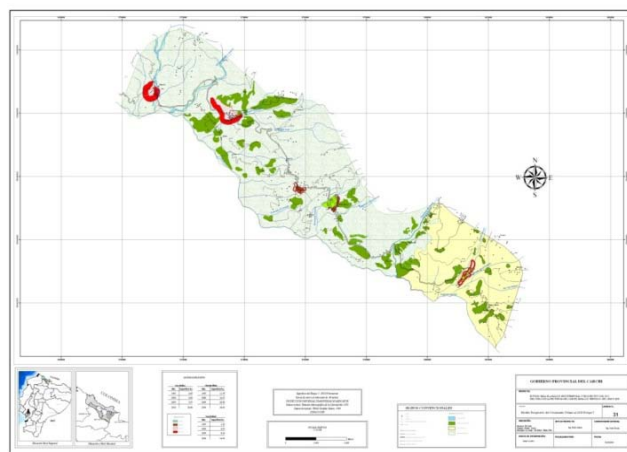
Cristóbal Colón			Fernández Salvador		
Relación Años	superf. Cambio	% de cambio	Relación Años	superf. Cambio	% de cambio
1987-2009	4.89	189.5	1987-2009	7.48	526.8
2009-2030	8.47	113.4	2009-2030	17.68	198.7
Huaca			Julio Andrade		
Relación Años	superf. Cambio	% de cambio	Relación Años	superf. Cambio	% de cambio
1987-2009	57.96	857.4	1987-2009	67.92	395.6
2009-2030	215.23	332.6	2009-2030	204.55	240.4
Mariscal Sucre			San Gabriel		
Relación Años	superf. Cambio	% de cambio	Relación Años	superf. Cambio	% de cambio
1987-2009	15.69	1508.7	1987-2009	122.29	170.3
2009-2030	36.65	231.0	2009-2030	399.59	205.9
Santa Martha de Cuba					
Relación Años	superf. Cambio	% de cambio			
1987-2009	16.75	1087.7			
2009-2030	42.09	230.1			



Bloque 5

Monte Olivo			Pueblo Nuevo		
Año	Superficie ha	Población	Año	Superficie ha	Población
1987	1,72	2246	1987	11,75	2540
2000	3,22	1839	2000	16,07	2266
2009	6,98	1651	2009	20,56	2131
2030	12,16	1159	2030	23,67	1741
San Rafael					
Año	Superficie ha	Población			
1987	1,42	2191			
2000	3,03	1730			
2009	5,26	1523			
2030	14,04	1003			

Monte Olivo			Pueblo Nuevo		
Relación Años	superf. Cambio	% de cambio	Relación Años	superf. Cambio	% de cambio
1987-2009	5.26	305.8	1987-2009	8.81	75.0
2009-2030	5.18	74.2	2009-2030	3.11	15.1
San Rafael					
Relación Años	superf. Cambio	% de cambio			
1987-2009	3.84	270.4			
2009-2030	8.78	166.9			



CONCLUSIONES

- ✓ Se realizaron los estudios para el Análisis Multitemporal y Prospectivo del Uso de Suelo de la Provincia del Carchi en 5 bloques de estudio, para los períodos de 1987, 2009, 2030.
- ✓ Se realizó el procesamiento y tratamiento de imágenes satelitales para determinar la mayor cantidad de unidades, tomando en cuenta criterios de análisis digital, topografía, geoforma y otra información secundaria, con lo cual se llegó a determinar tipo de cobertura de uso de la tierra.
- ✓ Los mapas de uso de suelo se generaron con éxito a escala 1: 50000, además, los polígonos de las coberturas han sido sometidos a rigurosos controles de calidad para asegurar que exista una adecuada topología de las entidades y las bases de datos sean consistentes tanto en su contenido como en su forma. Además se generaron con éxito mapas temáticos de cambio de uso del suelo, crecimiento urbano, prospección de uso del suelo hacia áreas sensibles y prospección urbana al año 2030.

RECOMENDACIONES

- ✓ En el caso del bloque 1 en el cual su cobertura de bosque natural se estima que para el 2030 se perderá en un 35%, y que, de mantenerse estas mismas condiciones de deforestación se perderá el total de esta cobertura en 60 años, por lo que se recomienda realizar en conjunto con los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's) promover y formular planes de desarrollo y de ordenamiento territorial que aseguren la conservación del bosque primario de este bloque, como por ejemplo declarar estas zonas como áreas protegidas, así como también realizar un mayor control de talas de bosques y ejecutar proyectos de reforestación.
- ✓ Con lo que respecta a la prospección del área urbana en este bloque, el incremento de superficie se espera que para el 2030 aumente en un 24,8 %, que a pesar de no ser muy representativo, se recomienda realizar en conjunto con las municipalidades los planes de ordenamiento territorial que establezcan las zonas de expansión, así como la determinación de la dotación de servicios básicos y sociales de acuerdo a su crecimiento.
- ✓ Para el caso del bloque 2, si bien es cierto no existen áreas sensibles debido a que el bloque es ocupado en su mayor parte por cobertura urbana que aumento en un 172.42% desde el año 1986, y se espera que aumente en un 100% al 2030, por lo cual se recomienda que en conjunto con las municipalidad de Tulcán realizar los planes de ordenamiento territorial en el que se determinen las zonas de expansión, de actividades comerciales, residenciales, industriales, entre otras, así como la determinación de la dotación de servicios básicos y sociales de acuerdo a su crecimiento poblacional.
- ✓ Para el bloque 3 que presenta dos áreas sensibles como Bosque Natural y Páramo, de los cuales el primero se estima una pérdida crítica de su área total en 4 años, por lo que se recomienda a corto plazo tomar en cuenta estas áreas para declararla como zonas de protección y ejecutar proyectos de reforestación así como promover y formular planes de desarrollo y de ordenamiento territorial que aseguren la conservación del bosque natural, en conjunto con los GAD's.
- ✓ Igualmente la cobertura de páramo se estima una pérdida al 2030 del 51.8% y una total de pérdida para el año 2049, por lo que se recomienda declarar a esta cobertura como área de protección y proponer medidas preventivas para disminuir la intervención humana en esta zona. Igualmente se recomienda promover y formular planes de desarrollo y de ordenamiento territorial que aseguren la conservación del páramo, en conjunto con los GAD's.

- ✓ Con lo que respecta a la prospección del área urbana en este bloque, el incremento de superficie se espera que para el 2030 en los poblados de El Ángel, La Libertad, San Isidro e Inguenza, sea de un 146 %, 315%, 202% y 149% respectivamente, por lo que se recomienda igualmente trabajar en conjunto con los GAD's en planes de ordenamiento territorial que establezcan las zonas de expansión, así como la determinación de la dotación de servicios básicos y sociales de acuerdo a su crecimiento.
- ✓ En el bloque 4 la cobertura sensible es representada por el páramo, el cual presenta una intervención gradual no significativa de 3.7 ha anuales, esto debido a gran parte a que toda la zona se encuentra en una área de protección. Igualmente se recomienda tomar medidas de prevención como educación ambiental a los pobladores aledaños al área sensible para disminuir este índice de pérdida y planes de desarrollo y de ordenamiento territorial que aseguren la conservación de esta cobertura en conjunto con los GAD's.
- ✓ En cuanto a la prospección del área urbana en este bloque, el incremento de superficie se espera que para el 2030 en los poblados Cristóbal Colón, Fernández Salvador, Huaca, Julio Andrade, mariscal Sucre, San Gabriel y Santa Martha de Cuba sea de 113%, 199%, 333%, 240%, 231%, 206% y 230% respectivamente, por lo que se recomienda igualmente trabajar en conjunto con los GAD's en planes de ordenamiento territorial que establezcan las zonas de expansión, así como la determinación de la dotación de servicios básicos y sociales de acuerdo a su crecimiento.
- ✓ Para el Bloque 5 si bien es cierto no se encuentra áreas sensibles, posee una vegetación arbustiva propia de la zona, la cual es nicho ecológico de varias especies, la misma que se estima que para el 2030 se perderá en un 16%, esto debido en gran parte al crecimiento urbano en este bloque, que presentó desde el año 1986 al 2009 en un 270%, y se espera un crecimiento al año 2030 en los poblados de Monte Olivo, Pueblo Nuevo y San Rafael de un 74%, 15% y 167% respectivamente, por lo que se recomienda igualmente trabajar en conjunto con los GAD's en planes de ordenamiento territorial que establezcan las zonas de expansión, así como la determinación de la dotación de servicios básicos y sociales de acuerdo a su crecimiento.

BIBLIOGRAFIA

- Chuvieco, E. 2006. Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio. Barcelona, España.
- Camacho, M. y H. Melo. 2004. IGAC-CIAF. Manual de Interpretación de Imágenes de Sensores Remotos. Bogotá, Colombia.
- Crews-Meyer, K.A., P.F. Hudson, and R. Colditz. 2004 Landscape complexity and remote classification in Eastern coastal México: Applications of Landsat 7 + ETM data. Texas, USA.
- Hudson, P.F., R.R. Colditz and M. Aguilar-Robledo. 2006. Spatial relations between floodplain environments and land use-land cover of a large lowland tropical river valley. Panuco basin, México.
- Messina, J. P., K.A. Crews-Meyer and S.J. Walsh 2001. 2.5 MORPHOGENESIS: Modeling land use and land cover dynamics in the Ecuadorian Amazon. Plant Ecology 156:75-88
- Messina, J.P., K.A. Crews-Meyer and S.J. Walsh 2000. Scale dependent pattern metrics and panel data analysis as applied in a multiphase hybrid land cover classification scheme. Proceedings of the 2000 ASPRS Conference.
- Memoria Técnica de la Cartografía e Información Social y de Infraestructura Comunitaria de la Provincia del Carchi. SIGAGRO-MAGAP, 2000.