

**Cambio de la cobertura del suelo por ocupación de la Reserva Forestal Protectora 'Bosque
Oriental de Bogotá' 1960 - 2010. Estudio de caso: Subcuenca de la quebrada
Yomasa.**

Paola Andrea Torres Armenta

Junio de 2016



**Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Maestría en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental
Bogotá, D.C.**

Cambio de la cobertura del suelo por ocupación de la Reserva Forestal Protectora 'Bosque Oriental de Bogotá' 1960 - 2010. Estudio de caso: Subcuenca de la quebrada Yomasa.

Investigación para optar por el título de:

Magister en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental

Director

Yolima Agualimpia Dualiby I.C. Ph D. Ciencias Técnicas

Director Externo

Carlos Enrique Castro MsC. En Geografía

**Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Maestría en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental
Bogotá, D.C. 2016**

“Las ideas emitidas por los autores son de exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente opiniones de la Universidad” (Artículo 117, Acuerdo 029 de 1998)

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios, por guiarme por el buen camino y darme la fuerza de seguir adelante con este proyecto.

A mis padres Arely Armenta Romero y Jairo Torres Pérez, porque me han sabido formar con amor y paciencia. Su lucha constante para darme lo mejor y hacerme crecer como persona, me ha inspirado a no desfallecer en ningún momento de mi vida.

A mi hermana Diana Torres Armenta, principalmente por creer en mí, por su amor, apoyo y compañía incondicional; por su paciencia y sus sabios consejos.

A Juan David Muñoz, por su comprensión, tiempo y por ser mi apoyo emocional de principio a fin en este proyecto.

A mi tía Flor Armenta y a Santiago por ser el mejor ejemplo de fe, perseverancia y fuerza.

A mi fiel compañera Daniela.

Agradecimientos

A todos aquellos que hicieron posible la culminación de este proyecto.

A mis directores por su orientación, entrega y motivación:

- Yolima Agualimpia Duabily
- Carlos Enrique Castro Méndez

A mi colega y amiga por su gran ayuda incondicional:

- Nancy Milena Alarcón Fernandez

A Procálculo Prosis S.A. por el apoyo con los insumos de las imágenes satelitales.

A los profesionales en estadística por brindarme su conocimiento y apoyo:

- María Camila Grass, Profesional en Estadística
- Diego David Torres, Economista, Esp. En estadística

Contenido

Resumen	10
Palabras Clave	11
Introducción	12
1. Planteamiento del problema	16
2. Justificación	20
3. Objetivos	22
3.1. General.....	22
3.2. Específicos.....	22
4. Marco Teórico	23
4.1. Desarrollo Sustentable	23
4.2. Desarrollo sustentable, un acercamiento a la relación hombre-naturaleza.....	26
4.3. La cuenca hidrográfica como sistema	30
4.4. Áreas Protegidas como herramienta por excelencia para la conservación y preservación de la biodiversidad, de ecosistemas altamente sensibles, y de áreas de importancia ecosistémica.....	35
4.5. Paisaje en Áreas Protegidas	38
4.6. Modelo de Ocupación Territorial	39
4.7. Antropización, como evidencia del proceso de ocupación de la RFPBOB.....	42
4.8. Contexto Normativo	43
5. Metodología	46
5.1. Estudio de caso	46
5.2. Procedimiento General	48
5.3. Procesamiento y clasificación de imágenes satelitales para determinar la cobertura de suelo.....	49
5.4. Generación de un modelo superficial de la población de la subcuenca de la Quebrada Yomasa	54
5.5. Análisis de lineamientos de los planes de desarrollo en relación a la ocupación a la RFPBOB.....	58
5.6. Relación entre variables.....	60
6. Resultados	62

6.1. Cobertura de suelo	62
6.2. Modelo superficial de población	69
6.3. Planes de desarrollo	74
6.4. Relación entre cambio de la cobertura y población.....	79
7. Análisis de Resultados	84
7.1. Análisis del cambio multi-temporal de la cobertura.....	84
7.2. Modelo superficial de población	86
7.3. Análisis de lineamientos políticos a nivel nacional en relación a la ocupación de la RFPBOB	88
7.4. Relación entre el cambio de la cobertura y población.....	90
8. Conclusiones	92
9. Recomendaciones	94
10. Referencias	95
ANEXOS	102
Anexo I. Registro fotográfico	103
Anexo II. Análisis de los supuestos del modelo de regresión lineal simple.....	105

Índice de tablas

Tabla 1. Población de la Subcuenca de la Quebrada Yomasa	56
Tabla 2. Categorías dasimétricas.....	57
Tabla 3. Clasificación de la cobertura de suelo.....	62
Tabla 4. Datos de área y porcentaje de las unidades de la cobertura de 1977	63
Tabla 5. Datos de área y porcentaje de las unidades de cobertura de 1985	65
Tabla 6. Datos de área y porcentaje de las unidades de la cobertura de suelo del año 2000	66
Tabla 7. Datos de área y porcentaje de las unidades de coberturas del año 2010.....	68
Tabla 8. Información poblacional de la Subcuenca de la Quebrada Yomasa	69
Tabla 9. Dinámica de cambio de la cobertura del suelo en el período 1977-2000	86

Índice de figuras

Figura 1. Esquema del sistema natural de la cuenca hidrográfica (Tomado de García, 2006).....	31
Figura 2. Componentes de una cuenca hidrográfica (Tomado de García, 2006).....	33
Figura 3 Localización del área de estudio. Subcuenca de la Quebrada Yomasa	47
Figura 4 Localización del área de estudio. Imágenes satelitales de la Subcuenca Quebrada Yomasa.....	48
Figura 5. Layer Stack en ERDAS	51
Figura 6. Combinaciones de bandas espectrales	51
Figura 7. Delimitación de las áreas de entrenamiento	53
Figura 8. Cobertura de suelo	54
Figura 9. Cobertura del suelo del año 1977	64
Figura 10. Coberturas de suelo año 1985	65
Figura 11. Cobertura del suelo año 2000	67
Figura 12. Cobertura del suelo año 2010	68
Figura 13. Incrementos de población por total de la Subcuenca y por Unidades Administrativas	70
Figura 14. Densidad poblacional para el año 1977	71
Figura 15. Densidad poblacional para el año 1985	72
Figura 16. Densidad poblacional para el año 2000	73
Figura 17. Densidad poblacional para el año 2010	74
Figura 18 Gráfico de hectáreas de cobertura de bosque en la subcuenca de la Quebrada Yomasa en cada período de tiempo.....	81
Figura 19. Gráfico de población total de la subcuenca de la Quebrada Yomasa en cada período de tiempo.....	81

Resumen

La ocupación de los Cerros Orientales de Bogotá, es un problema que aqueja a la ciudad desde hace más de 40 años, incluso después haberse declarado como zona de Reserva Forestal de orden nacional mediante el Acuerdo 30 de 1976 del INDERENA. Algunos hechos hacen visible este problema tales como la acelerada expansión de la zona urbana a lo largo de la zona; la explotación de canteras para la extracción de diferentes materiales de construcción; el aumento de urbanizadores ilegales; el aumento de población urbana, la disminución de población rural y en general, usos de suelo que no corresponden en su totalidad con los objetivos de conservación ecosistémica con el que se creó la Reserva Forestal (RFPBOB). Además, esta situación se ve agravada con la declaratoria de los cerros orientales como parte de la estructura ecológica principal de la ciudad en el año 2000, por lo que la cobertura de suelo solo podía ir encaminada a su preservación, restauración y aprovechamiento sostenible. Se toma como estudio de caso, la subcuenca de la quebrada Yomasa, la cual se encuentra ubicada en la parte sur de esta reserva, en la localidad de Usme. Se pretende estudiar el problema del cambio de coberturas de suelo y su relación con la dinámica poblacional y el análisis de los planes nacionales de desarrollo desde el año 1960 hasta 2010, es decir, realizar un análisis multi-temporal antes y después de la declaración del área protegida. Para esto, se utilizarán sistemas de información geográfica que permitan el análisis de cartografía, imágenes satelitales de diferentes años, la superposición de datos espaciales; análisis poblacionales; estudio de herramientas de planificación territorial y métodos estadísticos. Acorde a lo anterior, los resultados arrojan que un incremento en la población implica una reducción en las hectáreas dentro de la reserva y se evidencia una dinámica de transformación en el área de estudio.

Palabras Clave

Cambio de la cobertura

Áreas protegidas

Proceso de ocupación

Uso del suelo

Análisis multi-temporal

Introducción

En los cerros orientales de Bogotá, históricamente en las faldas del cerro Guadalupe, fue donde se fundó Santa Fe el 6 de agosto de 1538, poblada en esta época por los muiscas quienes se concentraban en los cerros generando así una relación con los recursos que los cerros les brindaba para su existencia como habitantes de esta importante zona. Es aquí donde los cerros comenzaron a sufrir su primera alteración, por la extracción de sus recursos y la fragmentación que consecuentemente se originaba por las actividades de los pobladores de la época. Posteriormente, en el año de 1976, el INDERENA declara la zona de cerros orientales como zona de Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá (RFPBOB).

En la actualidad, la cobertura de suelo de la RFPBOB no está de acuerdo –en su totalidad– con los objetivos de conservación, preservación, restauración y uso sostenible a los que le apuntan las áreas protegidas. Se ha evidenciado la acelerada expansión de la zona urbana sobre los cerros, desde el norte hasta el sur de la ciudad; además la permanente aparición de canteras y chircales durante todo el siglo XX, empeoraron las condiciones de la RFPBOB e incrementaron su erosión, lo que demuestra la degradación de un área estratégica de conservación y la ineffectividad de la norma.

Es así como esta situación no es un asunto exclusivamente ambiental, pues encierra diversos ámbitos en los que repercuten las consecuencias de esta problemática, tal como lo es la gestión del riesgo de desastres, eje transversal en la planificación y en el desarrollo territorial, que se evidencian en las víctimas por deslizamientos y derrumbes que se dan en los períodos invernales en la zona, o en los recientes incendios forestales que se presentaron en la zona amenazando con llegar a las edificaciones.

La presente investigación tiene como objetivo realizar un análisis multi-temporal del cambio de la cobertura en relación con la dinámica poblacional en la RFPBOB, tomando como estudio de caso la Subcuenca de la Quebrada Yomasa, con un área de 1548,18 hectáreas, ubicada al sur de la reserva, con el propósito de aportar desde la academia con lineamientos y metodologías que contribuyan a la planificación del territorio, identificando causas de deterioro ambiental, y así actuar en áreas de manejo especial y de actuación estratégica para la conservación y uso eficiente de los recursos naturales, de cara al desarrollo local y la preservación ambiental en un marco de desarrollo sostenible.

Para esto, la investigación se apoya en la teoría del desarrollo sustentable formulada desde el año 1987 por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD), en la cual se plantea la necesidad de cambiar el modelo económico de la época, por uno en el que se reconociera e integrara el componente ecológico, social y económico, con el fin de preservar recursos para el uso de las generaciones futuras. Se toma esta teoría aplicada a la relación hombre-naturaleza, base de muchos conflictos ambientales en la actualidad, incluyendo el objeto de estudio de esta investigación, de tal forma que se considera la relación histórica y cultural que han tenido los cerros orientales con sus pobladores.

En adición, este análisis toma la teoría planteada por Ludwig Von Bertalanffy en el año de 1950 llamada Teoría General de los Sistemas aplicada a la cuenca hidrográfica, considerando el estudio de caso de la subcuenca de la Quebrada Yomasa. También se toman los conceptos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2006), acerca de la figura de Áreas de Protegidas como una importante herramienta para la conservación de ecosistemas estratégicos, tal como es el caso de la RFPBOB; las teorías de los modelos de ocupación territorial como la de Von Thünen (1826), Weber (1909), Reilly (1931) y Hoyt (1939),

considerando la expansión urbana hacia los cerros y la teoría de la antropización, como evidencia de la ocupación y degradación de los suelos del área protegida a través de los años.

Como primer paso para realizar esta investigación, se realizó un procesamiento de imágenes satelitales del área del estudio de caso, con el fin de determinar el cambio de la cobertura de suelo para cuatro períodos de tiempo diferentes (1974, 1985, 2000 y 2010). Para los dos primeros se utilizaron imágenes LANDSAT, para el tercero una IKONOS con 30 cm de resolución y para el cuarto una WORLDVIEW2 con 25 cm de resolución, las imágenes fueron analizadas con ERDAS IMAGINE 2011 y el software ARCGIS 10.3. El método de categorización utilizado fue el de clasificación supervisada con el algoritmo de clasificación por vecindad de máxima verosimilitud y posteriormente se realizó un producto cartográfico que muestra la cobertura para cada período de tiempo.

Para la generación de un modelo superficial de población del área de estudio, en primera medida, se recopiló información poblacional, la cual fue tomada de la Secretaría Distrital de Planeación (SDP), el Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) y la entidad encargada en Colombia el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Se estimaron las densidades de población para cada una de las parcelas de una capa auxiliar creada previamente considerando los núcleos de mayor población en el área, consiguiendo una capa de polígonos donde a cada uno de ellos se les asignaba un valor correspondiente al número de habitantes por píxel. Con el uso de la herramienta ArcGIS 10.3. se obtiene un modelo superficial de población. Posteriormente, se realizó una búsqueda de los doce documentos de los Planes Nacionales de Desarrollo desde los años 60 hasta el 2010. Con esto, se analizaron los lineamientos políticos y sociales inmersos en los planes de desarrollo que estuvieran ligados a la ocupación de la RFPBOB.

Como resultado se obtiene que a medida que ha cambiado la población en razón de un crecimiento exponencial se ha modificado la cobertura de suelo de la subcuenca, de tal forma que ha aumentado el suelo urbano y suburbano. Se obtienen cifras que dan cuenta de la alteración de la cobertura de suelo dentro del área protegida con uso exclusivo para protección y conservación forestal.

Considerando que el territorio evidencia procesos de transformación y apropiación del medio natural en relación a una sociedad y que esta cambia de acuerdo con normas y pautas de organización social, política y económica (Castro, 2012) es necesario el análisis de otros factores que permitan conocer causas de ocupación de espacios geográficos. En ese sentido, a partir del análisis de los lineamientos políticos del lapso que presentó el mayor cambio en la cobertura de suelo y mayor tasa de crecimiento poblacional, se puede concluir que la no inclusión o la falta de cumplimiento de lo planteado en los planes de desarrollo nacionales, en relación a temas sociales y ambientales, provocó la migración de la población rural a las áreas urbanas, sumado al conflicto armado que ocasionó un aumento acelerado en el desplazamiento forzado, ocasionando la ocupación de espacios precarios e ilegales habitualmente en el exterior del límite de servicios, lo que conformó cinturones de miseria alrededor de los grandes centros urbanos, los cuales posteriormente buscaron ser legalizados por los municipios, provocando un gran gasto en infraestructura y equipamiento.

1. Planteamiento del problema

La Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, es importante en su parte urbana y rural pues además de hacer parte de la estructura ecológica de la ciudad, es área protegida de orden nacional, es afluente en segundo grado al río Bogotá y es corredor biológico junto con Chingaza y Sumapáz; por lo que se considera que esta investigación es relevante, en el sentido que cobra para el Distrito Capital y para la región, su gestión referida a la conservación y preservación.

Los problemas de ocupación territorial que se han presentado en la RFPBOB, el aumento de las construcciones, la explotación de minería, la deforestación, la existencia de la cobertura con especies invasoras, etc. generan una alteración en el equilibrio del área protegida que puede verse reflejada en la fragmentación ecosistémica, el deterioro de los servicios ambientales asociados a la reserva y en la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. Las causas de los problemas de ocupación, son diversas y se asocian a diferentes variables, siendo la población una constante.

El problema de ocupación de los cerros orientales de Bogotá es casi tan antiguo como su declaración de área protegida y todavía se mantiene latente el interés de particulares en este territorio para desarrollar proyectos urbanísticos sin conocerse con certeza las consecuencias que estas actividades traerían (Gómez, 2009). Las causas de los problemas de ocupación generalmente se asocian a los usos urbanos del suelo de la RFPBOB; sin embargo, tampoco se ha estudiado la dinámica de ocupación de este territorio.

En cuanto a la situación que define el problema del territorio, se consideran documentos técnicos realizados por las entidades e instituciones con jurisdicción en este territorio. También se toman artículos críticos acerca del crecimiento urbano que ha presentado Bogotá y su relación con los Cerros Orientales, sin olvidar lo que se ha dicho por los órganos de control y algunos medios de comunicación referente al tema.

La expansión de la zona urbana hacia las montañas orientales de Bogotá, es el reflejo de la búsqueda de los habitantes urbanos por nuevos espacios con características ambientales diferentes a las de la ciudad, determinando así nuevas pautas de crecimiento territorial en la zona borde oriental del perímetro urbano de Bogotá (Carrillo, 2011). Este crecimiento acelerado sucedió especialmente durante el siglo XX, en el que se presentó un mayor dinamismo en el desarrollo de barrios espontáneos y densificación de zonas intermedias, modificando los límites de la zona urbana (Jiménez, 1980).

En documentos oficiales acerca del manejo de la reserva se trata de la valoración de servicios ambientales que se ha presentado en el territorio en las últimas décadas, como el paisajístico y recreativo, que ha llevado a la extensión urbana por los estratos altos en el borde oriental de Bogotá. La ciudad reconoce los cerros orientales como parte de su identidad y de su paisaje natural, a pesar de los sucesivos procesos de transformación que se han realizado de forma dispersa y puntual en el territorio (CAR, 2006). En un primer intento por generar un balance acerca del estado de las áreas protegidas en Latinoamérica, la FAO (2003) realizó un Diagnóstico Regional mediante la Red FAO. De allí se pretende tener información consolidada, que permita un acercamiento al estado de los parques naturales declarados en los países latinoamericanos. Para Centroamérica el Primer Congreso Mesoamericano de Áreas Protegidas (CCAD, 2003), generó un informe que corresponde a una síntesis regional del estado de los parques naturales.

Ahora bien, es innegable la importancia de los Cerros Orientales como un ecosistema estratégico proveedor de bienes y servicios ambientales a toda la región. En este sentido la Contraloría de Bogotá (2006) considera que los cerros orientales son importantes para la región y especialmente para la ciudad de Bogotá, ya que son el pulmón que mayor dióxido de carbono procesa; se puede encontrar en ellos el mayor recurso faunístico de Bogotá y beneficio paisajístico,

por tanto se considera contraproducente el asentamiento de la minería en forma de cantera y gravilleras.

Afirmaciones de Bohórquez (2008), se refieren a la prohibición en los años cuarenta de la explotación de canteras y chircales en los cerros orientales, y menciona que muchos de los predios que se utilizaban para esta actividad se destinaron a construcción de vivienda popular, tal es el caso de varios barrios de la localidad de Chapinero. Algunos de estos asentamientos estaban consolidados antes de la declaratoria de los cerros orientales como Reserva Forestal Protectora, pero otros han buscado la forma de integrarse al área protegida, dando como resultado un especial mercado de bienes inmuebles comercializando el valor paisajístico y la posibilidad de un bien inmueble con beneficios de la zona rural dentro de la ciudad.

A continuación en los años setenta se construyó la avenida circunvalar como vía de rápida conexión entre el norte y el sur –aunque solamente llegó al centro– lo que se convierte en la puerta de entrada al crecimiento urbano a lo largo de los cerros orientales, pues una vez suplidadas las barreras de la infraestructura de acceso, es atraída población de altos ingresos y por consecuencia los precios del suelo suben en el área colindante con dicha vía (Bohórquez, 2008). La falta de planeación y control y la presión de la urbanización salvaje, ayudados por la controvertida avenida de los cerros motivó gran parte de su urbanización: “la amenaza de ocupación ilegal para estratos bajos es la justificación para la construcción también ilegal de vivienda para estratos altos” (Maldonado, 2005).

El investigador Germán Camargo (2006), frente a esto señala que los usos emergentes (servicios al turismo, recreacionales, dotacionales, etc.) además de los usos tradicionales (la extracción de recursos mineros, forestales y agropecuarios y vivienda de estratos marginales o automarginales) a los que han sido sometido los suelos de los Cerros Orientales de Bogotá han

provocado un daño ambiental que afecta de manera general a toda la población de la región, al tiempo que limita las posibilidades de goce equitativo, colectivo y sostenible que el interés general demanda sobre los cerros.

Otro factor que generó la ocupación inadecuada de la reserva fue la política de promoción de vivienda que se propuso en el plan nacional de desarrollo en los años 1982- 1986, donde se propuso entre otras cosas entregar viviendas sin cuota inicial generando así nuevos asentamientos específicamente al sur de la ciudad. Junto con esta problemática emerge el crecimiento de la urbanización clandestina proyectos que se ubicaban cerca de redes de servicios donde los habitantes contrabandeaban la energía y el agua. Con esto, al mismo tiempo que las políticas de vivienda se iban ejecutando crecía la necesidad de buscar nuevos lugares (CAR, 2006).

El problema a resolver en esta investigación es cómo ha sido el cambio en la cobertura de suelo por ocupación de la RFPBOB durante el periodo 1960-2010, tomando como estudio de caso la Subcuenca de la Quebrada Yomasa.

2. Justificación

En la normatividad que regula la RFPBOB existe una evidente dualidad de intereses que no logran articularse en el territorio y que hacen que los esfuerzos de las autoridades por el control de la expansión urbana sean insuficientes (Gómez, 2009). Diferentes autores, como Maldonado (2005), Camargo (2006) y Carrillo (2011), afirman que generalmente los asentamientos urbanos sobre los Cerros Orientales son procesos de urbanización informal, aunque existen algunos proyectos de vivienda formal. Sin importar esta condición, el hecho de construir edificaciones en esta zona aumenta el riesgo de fenómenos de remoción en masa, de sequía y de inundaciones, sin contar con los demás riesgos asociados a las actividades agropecuarias y mineras como el riesgo de incendios forestales, esto a causa de encontrarse en una zona de graves problemas geotécnicos (Carrillo, 2011). Lo cual indica que la permisividad de las autoridades ambientales en cuanto a los asentamientos en los cerros orientales conlleva un costo económico y social asociado a los desastres naturales.

La presente investigación se realiza para analizar la dinámica de ocupación de la RFPBOB desde el año 1960 hasta 2010, y se toma como estudio de caso, la subcuenca de la Quebrada Yomasa, con el fin de aportar desde la academia con lineamientos y metodologías que contribuyan a la planificación del territorio, identificando causas de deterioro ambiental, para así actuar en áreas de manejo especial y de actuación estratégica para la conservación y uso eficiente de los recursos naturales, que permitan el desarrollo local y la preservación ambiental en un marco de desarrollo sostenible.

También es importante contribuir con la identificación de factores y causas que faciliten el diagnóstico, aplicación, consolidación y seguimiento de los instrumentos de la gestión de este

territorio como los POT, POMCA, POAM, PNGRD, PE, PORH, POF, PNGIRH, PNACC. además de establecer posibles modelos aplicables en otras zonas del país.

3. Objetivos

3.1. General

Determinar el cambio de la cobertura de suelo por ocupación de la Reserva Forestal Protectora 'Bosque Oriental de Bogotá', tomando como estudio de caso la subcuenca de la quebrada Yomasa, desde el año 1960 hasta 2010.

3.2. Específicos

- Realizar un análisis multi-temporal de la cobertura de suelo en el área de estudio.
- Conocer el proceso de ocupación mediante el crecimiento poblacional y el análisis de los Planes Nacionales de Desarrollo desde 1960-2010.
- Analizar la relación entre la cobertura del suelo y la dinámica poblacional en la subcuenca de la quebrada Yomasa, con los resultados de los objetivos anteriores.

4. Marco Teórico

4.1. Desarrollo Sustentable

La idea del Desarrollo Sostenible, nace a partir de la preocupación ambiental de los países, causada por el uso inadecuado de los recursos. Se plantea la necesidad de cambiar el modelo económico, de tal forma que se puedan aprovechar los recursos naturales (considerados como el primer eslabón en toda la cadena productiva de cualquier bien o servicio, pues posee la tierra como factor de producción y es completamente necesario para el desarrollo de cualquier sociedad) de una forma eficiente, sin agotarlos en el tiempo, para que las generaciones futuras también puedan aprovecharlos.

A pesar que fue desde 1982 que se empezó a desarrollar el concepto de desarrollo sostenible, esta preocupación se puede apreciar claramente en la Carta de la Tierra, promulgada en el año 2000, considerada como una declaración de principios éticos fundamentales para la construcción de una sociedad global justa, sostenible y pacífica en el Siglo XXI. A continuación se presenta un fragmento de ésta:

“Estamos en un momento crítico de la historia de la Tierra, en el cual la humanidad debe elegir su futuro. A medida que el mundo se vuelve cada vez más interdependiente y frágil, el futuro depara, a la vez, grandes riesgos y grandes promesas. Para seguir adelante, debemos reconocer que en medio de la magnífica diversidad de culturas y formas de vida, somos una sola familia humana y una sola comunidad terrestre con un destino común. Debemos unirnos para crear una sociedad global sostenible fundada en el respeto hacia la naturaleza, los derechos humanos universales, la justicia económica y una

cultura de paz. En torno a este fin, es imperativo que nosotros, los pueblos de la Tierra, declaremos nuestra responsabilidad unos hacia otros, hacia la gran comunidad de la vida y hacia las generaciones futuras.”

Preámbulo de la Carta de la Tierra (2000)

Es así como el desarrollo sostenible nace a partir de una preocupación económica dada por la escasez de recursos para la producción, de una preocupación ecológica y social, y por lo tanto, de la iniciativa por generar el mejoramiento de las condiciones ambientales, la reducción y control de la contaminación, la preservación de ecosistemas, y con el fin de asegurar los recursos que provee el sistema natural para la fabricación de bienes y prestación de servicios en la sociedad. Sin embargo, parece claro que se presentó una evolución o madurez en el vínculo entre desarrollo y ambiente, pues entre los setenta y ochenta la postura de fondo era limitar el crecimiento para no agotar los recursos naturales no renovables, no obstante, en los años finales de la década de los ochenta y principio de los noventa, el enfoque del desarrollo fue el del crecimiento económico para combatir la pobreza, pero con restricciones ambientales. De este modo, se llega paulatinamente a concebir el concepto del Desarrollo Sostenible como una nueva forma de desarrollo para enfrentar el futuro de las naciones (Cárdenas, 1998).

Por otro lado, Gallopín (2003) se refiere al desarrollo sostenible, *“la definición de desarrollo sostenible que se cita con mayor frecuencia es la propuesta por la Comisión de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, conocida también como Comisión Bruntland, en 1987 (CMMAD, 1987). En su informe de la Asamblea General de las Naciones Unidas titulado “Nuestro Futuro Común”, la Comisión definió el desarrollo sostenible como el*

‘desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias’.” No obstante, Mebratu (1998) plantea que, el concepto de desarrollo sostenible ha sido sujeto de varias interpretaciones y definiciones a lo largo de la historia, cobrando mucha importancia en los documentos de política de los gobiernos, los organismos internacionales y las organizaciones empresariales.

El origen de la definición de sustentabilidad, se da en la ecología, pues generalmente está basada en los problemas ambientales derivados de la alteración de los ciclos de la naturaleza (en muchos casos definidos como contaminación). A pesar de las muchas definiciones de sustentabilidad que existen, para esta investigación se define según Cárdenas (1998), como la capacidad de permanencia en el tiempo de un proceso que perdura gracias a la retroalimentación y en particular se refiere al uso de los recursos naturales, que pueden verse afectados por la degradación ambiental de tres tipos:

- a) Agotamiento de la calidad o cantidad del recurso usado en el consumo o la producción de actividades;
- b) Contaminación o sobresaturación de la capacidad de la naturaleza de absorber y reciclar desechos llegando a un límite de quiebre, irreversibilidad del medioambiente;
- c) Reducción en la biodiversidad.

Actualmente existe un gran número de definiciones del concepto Desarrollo Sostenible dependiendo de los enfoques que asigna cada cual, pero en términos generales se puede afirmar que hay dos corrientes de pensamiento: una focalizada en los objetivos de desarrollo y otra focalizada en los controles requeridos para el impacto dañino que causan las actividades humanas sobre el medioambiente. Es decir, la discusión se centra en la sustentabilidad de tipo ecológico más

que en las metas de un desarrollo social y económico de una sociedad (Cárdenas, 1998). A partir de esto, esta investigación emplea como desarrollo sostenible, la definición de la CMMAD (1987).

Debido al estudio de caso, uno de los enfoques más relevantes para la elaboración de esta investigación es el de desarrollo sostenible urbano, el cual busca planeación acorde con la preservación y conservación de ambientes y ecosistemas pero que al mismo tiempo garantice a las generaciones futuras todos los beneficios que ofrece la ciudad (Ascher, 1999). El cambio de uso del suelo y de la cobertura natural en los bordes de las ciudades, juegan un papel fundamental en el desarrollo sostenible urbano, pues viene acompañado de numerosas alteraciones morfológicas y funcionales del suelo y como resultado de las dinámicas poblacionales que se desarrollan a partir de la ocupación y competencia por el territorio (Chirivi, García & Montoya, 2010)

4.2. Desarrollo sustentable, un acercamiento a la relación hombre-naturaleza

El desarrollo sustentable se aplica a un desarrollo integro que busca la sostenibilidad de tres componentes básicos: el componente ecológico, el componente social y el componente económico; donde cada componente involucra diferentes elementos relacionados entre sí, con el fin de asegurar los recursos y condiciones ambientales a las generaciones futuras. Aquí se incluye la relación hombre-naturaleza que hace parte de la teoría sustentable, sin involucrar el componente económico, ya que su análisis requiere conocimientos específicos acerca de elementos económicos e interacciones entre los tres componentes para lograr obtener conclusiones que aporten al tema tratado.

El componente ecológico contempla todo el sistema natural que provee de bienes y servicios ambientales a las sociedades y es el que brinda los recursos para la producción. Este es quizá el componente más nombrado dentro del desarrollo sustentable, pues es a partir de la crisis

ambiental (mejor llamada crisis ecológica) que nace una propuesta de desarrollo que va más allá del crecimiento económico y que involucra la problemática socio ambiental que se presenta. Debe verse el sistema natural como un conjunto de subsistemas interconectados entre sí y del que nacen relaciones entre seres bióticos y abióticos en su totalidad. Quizá, este componente sea el más complejo de analizar dentro del desarrollo sustentable pues es el que más interacciones tiene, ya que contempla múltiples formas de vida y sobre todo por ser el medio en el que se desarrolla el ser humano, siendo así el que brinda los elementos que caracterizan la relación hombre-naturaleza que viene a ser un aspecto fundamental dentro del análisis del desarrollo sustentable.

Las teorías de la evolución se relacionan directamente con el componente ecológico, pues el sistema natural es la manifestación clara de la evolución misma, desde las formas más sencillas (seres unicelulares) hasta los animales más robustos y complejos (seres pluricelulares) que conforman un ecosistema, ya que todos en conjunto han permanecido a través de millones de años (unos más tiempo que otros) en el mundo, adaptándose así a las condiciones que presenta el medio. Razón fundamental para afirmar que, cada ser (o elemento) que conforma el sistema natural además de cumplir una función dentro del mismo (nicho ecológico) es útil cuando se habla de las tres condiciones del desarrollo sustentable:

- “1. Ningún recurso renovable deberá utilizarse a un ritmo superior al de su generación.
2. Ningún contaminante deberá producirse a un ritmo superior al que pueda ser reciclado, neutralizado o absorbido por el medio ambiente.
3. Ningún recurso no renovable deberá aprovecharse a mayor velocidad de la necesaria para sustituirlo por un recurso renovable utilizado de manera sostenible.”¹

¹ Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo ONU (1992)

Cada elemento de un ecosistema es útil en términos evolutivos y desarrollistas, por ejemplo los microorganismos (bacterias, virus y hongos) juegan un papel indispensable en la mayoría de procesos biológicos, debido a que en simbiosis con elementos físicos son los responsables de generar el suelo con el que comienzan los procesos de sucesión ecológica que resultan en la creación de seres autótrofos que son la base de la cadena alimentaria. De este modo se podrían nombrar un gran número de procesos en los que es fundamental la presencia de microorganismos, convirtiéndose en individuos y poblaciones de gran importancia en temas de seguridad alimentaria, biorremediación de suelos, salud pública, producción de biocombustibles y nuevas formas de energía, entre otros. Temáticas que se deben abordar en el contexto del desarrollo sustentable.

Cuando nos referimos al componente social, se continúa ahondando en lo referente a la relación hombre-naturaleza, pues las formas de relación de los seres humanos en cierta parte son determinadas por las características del medio donde se desarrollan y viceversa, las formas de relación humana determinan el grado de afectación de un ecosistema. Se podría hablar entonces de la cultura, ya que esta surge como una respuesta del ser humano a la necesidad de supervivencia dentro de un ecosistema (González L de G. 1999), y es ahí, buscando satisfacer esa necesidad, cuando se comienzan a generar los problemas ambientales.

Como es bien sabido, los problemas ambientales se han incrementado con el paso del tiempo y gracias a múltiples factores, no se podría encontrar una única causa a un determinado problema ambiental, pues por sencillo que sea, involucra diferentes campos del conocimiento y disciplinas científicas y repercute en distintos sistemas (económico, natural, político), es necesario tener una visión holística de la situación que se presenta y es así como, los problemas ambientales son los problemas característicos del desarrollo sustentable.

Evidentemente muchos de los problemas ambientales son generados desde la ciudad, pues es aquí donde se concentran las actividades de la sociedad y es el lugar donde se presentan notoriamente afectaciones (positivas o negativas) al medio. Tal vez la ciudad en sí misma sea un conjunto de problemas ambientales, es la manifestación clara de la modificación del medio natural; sin embargo se ha convertido a través del tiempo en el ecosistema por excelencia del hombre pues es producto de la apropiación del espacio por parte del ser humano, convirtiéndose en una manifestación cultural e histórica de la sociedad humana.

Teniendo en cuenta La Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural (Unesco, 2001) al afirmar que "... la diversidad cultural es tan necesaria para el género humano como la diversidad biológica para los organismos vivos" (p. 4), y considerando que la diversidad cultural es el cuarto ámbito de la política de desarrollo sostenible es preciso decir que la ciudad comprendida como un territorio dinámico donde mejor se presenta esa diversidad cultural posee características y elementos que necesariamente tienen que afrontarse dentro del desarrollo sustentable.

La ciudad, vista como ecosistema, y el ser humano necesitan de otros ecosistemas para subsistir y es aquí donde se puede afirmar que, toda la teoría del desarrollo sustentable surge como una respuesta del ser humano como especie a la necesidad de solucionar los problemas ambientales. Que aunque se contemplen en gran medida el sistema natural, siempre será enfocado hacia el aseguramiento de las condiciones ambientales para la supervivencia del ser humano.

No debe desconocerse e ignorar el otro componente del desarrollo sustentable, el económico, éste seguramente aporta algunos elementos necesarios para la comprensión de la compleja relación hombre-naturaleza. Este acercamiento a los componentes del desarrollo sustentable permite concluir que las situaciones que se presentan en el medio (ecosistema) y sus

características son causa y producto (al mismo tiempo) de todas las relaciones entre seres (o elementos) que se producen allí, ya sea por parte del hombre o de cualquier otra especie.

4.3. La cuenca hidrográfica como sistema

Una cuenca hidrográfica puede ser vista como sistema de captación y concentración de aguas superficiales, en el que interactúan diferentes elementos, definidos a partir de los recursos naturales y asentamientos humanos, con base en relaciones muy complejas, que ocurren en un espacio apropiado denominado territorio. Estas relaciones, se dan entre los elementos que conforman el sistema de la cuenca hidrográfica, y debido a sus condiciones naturales particulares, genera dependencia a causa del sistema hídrico compartido, a los caminos y vías de acceso y al hecho de que deben enfrentar peligros comunes. Debido a esto, se convierte en un espacio natural (un conjunto de sistemas entrelazados) ideal para gestionar conjuntamente, el manejo de los recursos naturales (García, 2006). En la cuenca hidrográfica se desarrollan diferentes relaciones entre elementos naturales y humanos en un espacio que es históricamente delimitado por el poblamiento y la utilización social del espacio (Arias & Duque, 1992).

Los elementos que conforman el sistema (considerado en este caso cuenca hidrográfica) tales como los recursos naturales y los asentamientos humanos, tienen a su vez elementos físicos, biológicos, económicos, sociales y culturales que le atribuyen características particulares (Dourojeanni, 1994). En áreas de relieve elevado, como zonas de montañas y cordilleras -que en ocasiones se encuentran dentro de la cuenca hidrográfica y otras veces se consideran como su límite natural (divisoria de aguas)- son considerados como una base natural de comunicación y de

intercambio económico; a lo largo de los cuerpos de agua, en las cuencas de valles y de grandes descargas, el eje fluvial también adquiere la misma consideración (Arias y Duque 1992).

Por consiguiente, varios autores han afirmado que la cuenca es un espacio natural (un conjunto de sistemas entrelazados dentro de un territorio) idóneo para planeación de los recursos naturales (Dourojeanni, Jouravlev, & Chávez, 2002; Jouravlev, 2001; CVC, 1995; Dourojeanni, 1994 y 1993; Nadal, 1993; Arias y Duque, 1992; Varela 1992; OEA, 1978); sin embargo se debe considerar que la cuenca es solo una alternativa para gestionar los recursos naturales, con más o menos validez, dependiendo del tamaño y las características geográficas del territorio (Vásquez 1997, Dourojeanni, 1994 y 1993).

Entonces, se dice que una cuenca es un “embudo natural”, cuyos bordes son los vértices de las montañas y la boca es la salida del río o arroyo, que agrupa todos los cuerpos de agua de un espacio geográfico, de tamaño muy variable, tan pequeña como la palma de la mano, o tan grande como un continente completo (Maas, 2005).

En la siguiente figura se presenta la cuenca hidrográfica como un sistema, dentro de un contexto denominado Ambiente, en el cual se encuentran inmersos otros sistemas, como el sistema social, ambiental, cultural y económico.

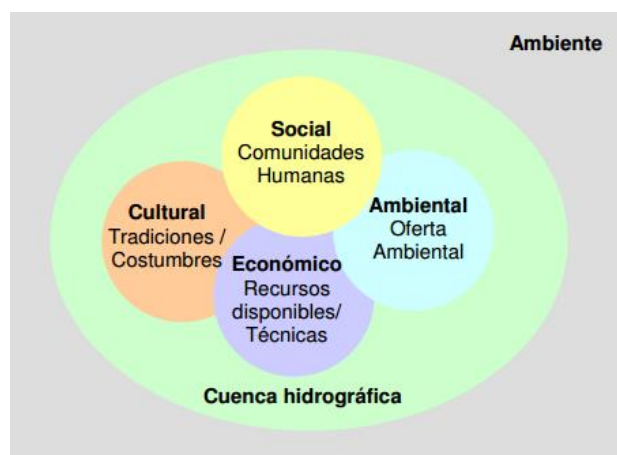


Figura 1. Esquema del sistema natural de la cuenca hidrográfica (Tomado de García, 2006)

A partir de la síntesis de las definiciones de cuenca hidrográfica, realizadas por García (2006), se tiene que una cuenca puede definirse como:

- a) Un área fuente de recursos hidráulicos especialmente para los elementos que las conforman (recursos naturales y asentamientos humanos) en la cual se puede gestionar el manejo y uso planificado de los recursos, para generar la preservación del ecosistema y por lo tanto del recurso hídrico. El manejo de los recursos naturales de la cuenca es un complemento de la acción de administración del agua (Nadal 1993; Helweg 1992).
- b) Un espacio ocupado por un grupo humano (territorio), que genera una demanda sobre los recursos naturales renovables y realiza transformaciones del medio. Por lo cual, las acciones que se ejecutan para la gestión y manejo de recursos naturales son las mismas acciones que se ejecutan en un programa de desarrollo regional aplicado al espacio de la cuenca hidrográfica (Dourojeanni 1994 y 1993, Varela 1992 y OEA 1978).
- c) Un sistema organizado de relaciones complejas tanto internas como externas. Es un sistema contenido dentro de otro sistema (ambiente) constituido por las interacciones de otros subsistemas (biofísico, social, económico), cuyo fin principal es producir bienestar a la sociedad que la gobierna (cantidad y calidad de agua, energía, insumos, alimentos, recreación, etc.). Ver CVC (1995).

Por todo lo anterior se puede considerar la cuenca como un sistema que posee varios elementos caracterizados por el espacio geográfico en el que se encuentra, y que a su vez forma otros pequeños subsistemas semejantes cuyo funcionamiento interno contribuye a la función de toda la cuenca hidrográfica (subcuencas, microcuencas).

La cuenca hidrográfica se estudia desde el enfoque sistémico, pues este facilita un mejor conocimiento de su estructura y función para definir sus elementos y relaciones, lo cual permite

analizar y evaluar factores relacionados desde diferentes contextos (administrativo, económico, natural, social, cultural) y también integrar de manera lógica las ciencias físicas y sociales reconociendo las interrelaciones de los diferentes elementos de la cuenca hidrográfica dentro de límites naturales y adicionalmente las relaciones con el medio ambiente. Por lo tanto en el estudio de una cuenca se debe tener en cuenta que todos los recursos que esta posee son interdependientes y han de ser considerados en su conjunto, nunca uno independiente del otro, es decir, considerar la cuenca como un sistema global (García, 2006).

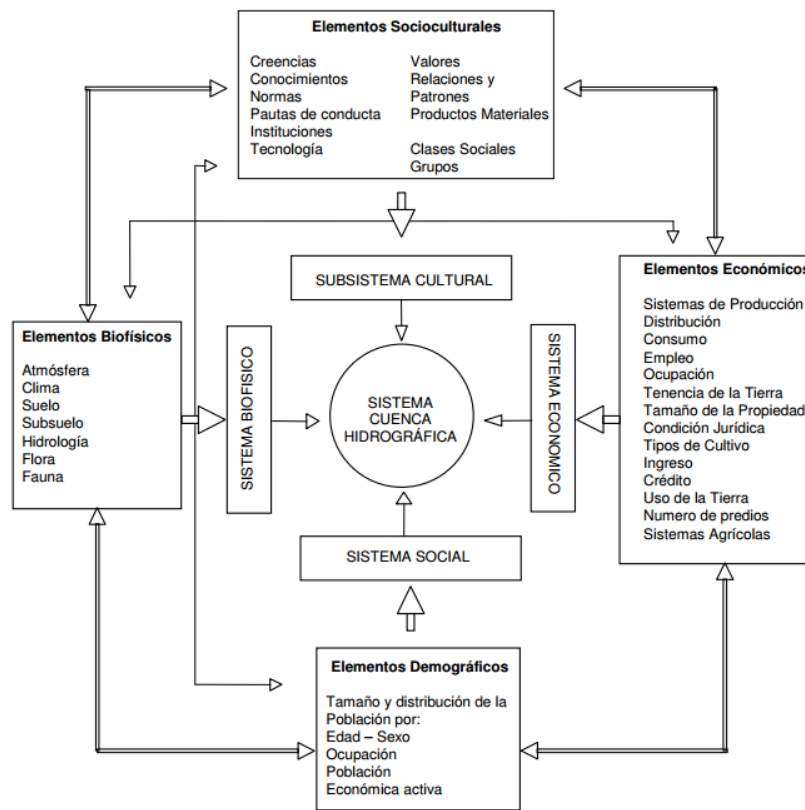


Figura 2. Componentes de una cuenca hidrográfica

Fuente: García, 2006

García (2002) afirma que la interacción entre el medio social y el sistema natural se da básicamente bajo tres aspectos:

- El medio natural como soporte de actividades de los sistemas sociales;
- Fuente de recursos naturales;
- Receptor de residuos y efluentes.

En muchas de las ocasiones las relaciones de las comunidades con su ambiente son conflictivas, creando, según Bethelmont (1980), mencionado por Arias y Duque (1992), “graves desequilibrios que vuelven cada vez más precario el dominio que se pretende instaurar en ese ámbito”. Debido a su dependencia común a un sistema hídrico compartido por razones naturales, la cuenca hidrográfica, como territorio, facilita las relaciones entre sus habitantes. Cuando no existen sistemas de conciliación entre los diferentes elementos que interactúan en la cuenca hidrográfica y que dependen de esta, se producen conflictos (Dourojeanni 1993).

También es necesario considerar, que en las cuencas se presentan interacciones entre el agua, el suelo, las plantas y factores geológicos, sumados a la intervención antrópica cuyos efectos en ocasiones se pueden cuantificar económicamente cuando son directos y tangibles, pero también existen otros efectos, que no se pueden cuantificar de la misma manera, pero que sí representan un alto costo social debido a la importancia de dichas interacciones (García, 2002).

A partir de lo expuesto anteriormente se puede asegurar el planteamientos que la cuenca es la unidad de planificación territorial más adecuada, es decir, define bien a nivel espacial el ordenamiento de un territorio, no sólo desde el punto de vista geográfico natural, sino también humano, porque es el espacio donde suceden interacciones y procesos muy complejos que repercuten directamente en las relaciones hombre–hombre y hombre–naturaleza (Arias y Duque 1992).

4.4. Áreas Protegidas como herramienta por excelencia para la conservación y preservación de la biodiversidad, de ecosistemas altamente sensibles, y de áreas de importancia ecosistémica.

Las Áreas Protegidas son consideradas como un mecanismo importante para la conservación de biodiversidad, se han convertido en el instrumento más utilizado para asegurar el patrimonio biológico, ecológico y en algunos casos cultural de un país. Los países latinoamericanos han venido esforzándose por desarrollar e implementar esta estrategia mediante políticas y estricta legislación nacional, en busca de consolidar, la representatividad biológica y ecosistémica (Dudley, 2007).

No obstante, se presentan numerosos desafíos característicos del territorio, que impiden el cumplimiento de los objetivos de conservación y preservación con el que fueron creadas las áreas protegidas; en este sentido, uno de las graves problemáticas que atañen las áreas protegidas, es el cambio de uso de suelo en el territorio (Maldonado, 2005).

Se considera que las áreas protegidas son el centro de las estrategias para la conservación alrededor del mundo. No solo protegen especies y recursos objeto de conservación y preservación como especies de fauna y flora amenazadas, sino que, también son importantes por los bienes y servicios ambientales que presta, que en muchos casos son de vital importancia para las comunidades, sin contar el valor cultural e histórico que muchas de ellas representan. En consecuencia, las áreas protegidas son el resultado de los esfuerzos de conservación biológica y ecosistémica, con el fin de evitar la degradación natural y por lo tanto, las consecuencias asociadas, como el crecimiento del declive ambiental y social (Castaño-Villa, 2006).

Dada su ubicación geográfica, Suramérica y Centroamérica tiene características naturales especiales que las convierten en territorios únicos, que en muchos casos son objeto de

conservación, ya sea por razones económicas, estéticas, ecológicas, éticas o científicas. Las áreas protegidas, desde hace décadas se han venido consolidando en Latinoamérica como la estrategia por excelencia, para la conservación de la biodiversidad, que además ofrecen grandes beneficios para toda la sociedad en general, dependiendo del caso (CONABIO, 2006); sin embargo, la búsqueda de nuevos espacios y la coerción generada por la normatividad de cada país, genera una mayor presión sobre el suelo, provocando que las personas ocupen áreas protegidas, especialmente por urbanización del suelo, alrededor de las grandes ciudades (Maldonado, 2005). No obstante, el cambio de uso de suelo de las reservas naturales, es ocasionado por tres grandes causas, la primera corresponde a la cacería de especies silvestres que en muchos casos son objetos de conservación; la segunda hace referencia a las reservas forestales, donde se deforesta por razones económicas y causa de la existencia de la propiedad privada dentro de las áreas protegidas y por último se tiene las prácticas agrícolas que en muchos casos corresponden a usos no compatibles con conservación y preservación (Castaño-Villa, 2006).

Los hotspots o puntos calientes de biodiversidad, generalmente corresponden a objetos de conservación por excelencia en áreas protegidas. El crecimiento de las tasas de población cerca de los hotspots son muy altos (Cinnotta, Wisnewski, & Engelman, 2000; Liu, Daily, Ehtlich, & Luck, 2003), lo que implica que estos territorios son propensos a la ocupación y por tanto al cambio de uso de suelo. Esta situación, se ve agravada por las actividades de la población humana, pues aumentan la amenaza para aves y mamíferos (Mckinney, 2002).

La creación del Parque de Yellowstone en Estados Unidos, en 1872, fue el inicio de los sistemas de áreas protegidas en los países. Bajo los principios de conservación y preservación de ecosistemas, considerados importantes por diferentes razones (hábitat de gran biodiversidad, ecosistemas sensibles, de gran valor cultural, importantes por los bienes y servicios que prestan)

se crearon áreas muy reducidas, que en un principio se limitaban básicamente a funciones estéticas y de protección frente a las amenazas del desarrollo industrial y urbanístico (Tolón & Lassa, 2008).

Después de la evolución y acogida de los países por estas figuras, se propuso su inclusión en la planeación del territorio, se puede decir que las áreas protegidas cumplen varias funciones (Tolón y Ramírez, 2002):

- protección y conservación del medio biofísico y cultural
- conservación para la investigación científica
- conservación con fines educativos
- uso recreativo
- finalidad socioeconómica

Dentro de las anteriores, se puede afirmar que la función protectora es la más importante, pues incluye elementos y recursos naturales cuya preservación es de interés, ya sea en función de su biodiversidad y también del lugar de los procesos ecológicos fundamentales, o por su aporte a la conservación de comunidades o especies que exijan una protección especial (Fernández de Tejada, 1994).

La protección, en sentido estricto, se refiere a resguardar anticipadamente un espacio geográfico, una población, un hábitat, un hito geomorfológico, un ecosistema u otro elemento de gran importancia, de un perjuicio o peligro, amparándolo, rodeándolo, defendiéndolo, sin realizar ninguna clase de actuación posterior sobre el mismo, aunque su integridad se vea amenazada debido a procesos naturales. La conservación, en cambio, consiste en mantener o cuidar de la permanencia de un espacio geográfico, una población, un hábitat, un hito geomorfológico, un ecosistema u otro elemento de gran importancia, mediante la adopción de medidas que incluyan la actuación sin amenazarla y dentro de los límites propios. La conservación para la investigación

científica, se presenta cuando en el área protegida se encuentran recursos o procesos que posean un alto valor ecológico y persigue una serie de objetivos concretos que pueden resumirse en la mejora en el conocimiento de los procesos naturales, el estudio y análisis de los diferentes recursos naturales con el fin de elaborar programas específicos de gestión, y el desarrollo de programas internacionales de carácter científico (Tolón & Lassa, 2008).

4.5. Paisaje en Áreas Protegidas

El estudio del paisaje en su dimensión estético-visual viene tratándose desde la década de los 60's, especialmente enfocado a la planeación y la arquitectura. Para los años 70's se ampliaron las investigaciones hacia la creación de diferentes metodologías y enfoques aplicativos que se involucraba no solo en el planeamiento ambiental sino también en temas más específicos como el ordenamiento territorial; sumado a estos avances, en esta década se acrecentó la necesidad de esta información relacionada, en la lengua española (Dos Santos, 2011).

Gracias al uso del computador y a los avances tecnológicos, en los años 80's abundaron los estudios sobre el paisaje e investigaciones aplicadas, cada vez con mayor alcance y desarrollo. Se obtenían datos más precisos y se comenzaron a trabajar los sistemas de información geográfica para darle atributos de espacialidad a los datos que se recolectaban. Los bancos de datos espaciales se volvieron cada vez más nutridos y experimentados.

En el año 2000, la Convención Europea de Paisaje, lo definió como *“cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos”*. En este mismo evento, los Estados miembros de la Unión Europea manifestaron la importancia de proteger los paisajes por diferentes factores, como la necesidad de robustecer relaciones en los campos económico y social, el fortalecimiento

de la cultura e identidad local como componente clave del patrimonio, además de considerarse el paisaje como un elemento clave del bienestar individual y social, por lo que su protección, gestión y ordenación son deber y derecho de todos los Estados (Vásquez, 2009)

Previamente, en 1994, es La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en su Asamblea General definió los países objeto de protección como la *“superficie de tierra, con costas y mares, según el caso, en la cual las interacciones del ser humano y la naturaleza a lo largo de los años han producido una zona de carácter definido con importantes valores estéticos, ecológicos y/o culturales, y que a menudo alberga una rica diversidad biológica. Salvaguardar la integridad de esta interacción tradicional es esencial para la protección, el mantenimiento y la evolución del área”*.

Estas definiciones son necesarias aunque no abarcan en su totalidad la necesidad de protección de territorios. Las áreas protegidas también deben incluir paisajes ocupados, humanizados, donde exista una equilibrada relación hombre – naturaleza. Esta perspectiva es un poco compleja, pues la adecuada relación de las personas con el medio natural es uno de los principales desafíos que enfrenta la sociedad. El deber ser de los territorios naturales especiales alrededor de las ciudades, como los Cerros Orientales de Bogotá, es que sean complemento esencial de las áreas sometidas a una protección más estricta (IUCN, 1994).

4.6. Modelo de Ocupación Territorial

Se definen como un esquema, diseño, impresión o imagen que representa la forma de funcionamiento del territorio-paisaje. Generalmente los modelos de ocupación se definen en la etapa de planificación de la ordenación territorial, pero también existen modelos de ocupación que se han consolidado sin planeación alguna a lo largo del tiempo en los territorios. También pueden

definirse como la ubicación y distribución espacial en el territorio de la visión de desarrollo de la entidad territorial y de los planes sectoriales (Toro, 2011).

Como lo menciona Martí y Fusalba (2012) el patrón tradicional de núcleos urbanos compactos ha cambiado debido al crecimiento de las urbanizaciones sin seguir a menudo alguna lógica espacial, lo cual combinado con el desarrollo de infraestructuras produce la fragmentación del paisaje rural vecino.

Con la definición de un modelo de ocupación se regula la distribución de actividades en un espacio determinado con base en la historia, conocimientos, cultura y demás características propias de los habitantes del territorio. Se pretende consolidar entonces, una estructura espacial adecuada para un desarrollo eficaz y equitativo de la política sectorial (Gómez, 1994).

En Colombia, la Ley 388 de 1997 define que los modelos de ocupación urbana deben tener en consideración los elementos territoriales naturales y paisajísticos, además de la estructura vial, accesibilidad al transporte y a los servicios básicos, en un marco de objetivos socioeconómicos explícitos. En esta misma ley, entiende por modelo de ocupación la estructura urbano-rural e intra-urbana, que busque asentar de forma general la estrategia de localización y distribución espacial de las actividades, determinar la infraestructura requerida para el desarrollo de estas actividades y establecer los sistemas de comunicación que garanticen la fluida interacción entre éstas actividades.

Las personas necesitan para su desarrollo la apropiación de espacios donde se asegure la conformación de sociedades, a partir de esta apropiación se forman territorios de fragmentación en donde se introducen objetos y se presentan relaciones entre los pobladores y el medio natural, en el marco de una idea de uso común (Castro, 2012). A lo largo del tiempo se han planteado

diferentes modelos y teorías que buscan explicar la ubicación de asentamientos humanos e integrarlos con otros factores (ambientales y económicos).

En este sentido, una de las primeras teorías fue la de Von Thünen (1826) que supone una planicie uniformemente fértil donde se extiende un desierto que incomunica el asentamiento humano con el resto del mundo, y por lo tanto, este poblado es el único mercado para toda la producción agrícola, que se transporta siempre por el camino más corto (una línea recta). Con el objetivo de que los pobladores satisfagan sus necesidades, el poblado crece uniformemente mediante un conjunto de anillos concéntricos alrededor del mercado.

Posteriormente, Weber (1909) formula la teoría de la localización industrial, donde, al igual que el modelo de Von Thünen se supone una población ubicada sobre una planicie uniformemente fértil, y en la cual una industria está situada donde el desplazamiento de las materias primas y del producto final es el mínimo posible y por lo tanto los costos de transporte son menores.

Reilly (1931) plantea una distribución de comercio o centros de servicios. Este modelo de Reilly expresa que las ventas que dos localidades ("a" y "b") atraen de una localidad intermedia, son directamente proporcionales a sus poblaciones. En este modelo se suele sustituir la variable "distancia en Kms." por la variable "tiempo de viaje" cuando una localidad o municipio situado entre "a" y "b" está comunicado por carreteras de distinta categoría (por ejemplo, una carretera normal y una autovía) con una y otra cabecera de área o sub área.

El modelo sectorial, creado por Hoyt (1939) formula que los contrastes en los usos del suelo originados en el centro, se perpetúan hacia el exterior y se ubican a manera de sectores a lo largo de las vías principales y no de manera concéntrica. Se pueden identificar diferentes sectores, en donde la distinción interna de la ciudad depende de la localización y el crecimiento hacia la

periferia de las áreas residenciales de mayor rango social. En torno de ellas se localizan las áreas residenciales de clase media y baja.

Los modelos de ocupación territorial, generalmente, definidos mediante herramientas como los planes de ordenamiento territorial son considerados un elemento fundamental para el desarrollo y ocupación de espacios definidos en el que, a partir de un conocimiento previo de la comunidad, ya sea ancestral o cultural, se fijan ciertas acciones con objetivos establecidos. En ausencia de un adecuado modelo de ocupación, se corre el riesgo de que un territorio crezca desordenadamente, sin objetivo ni planificación alguna, repercutiendo en diferentes ámbitos como económicos, ambientales y sociales.

4.7. Antropización, como evidencia del proceso de ocupación de la RFPBOB

El término “antropización” se aplica a toda intervención de las sociedades humanas sobre los elementos naturales. En general se refiere a las acciones del ser humano dentro de cualquier sistema natural. Habitualmente la antropización tiene una connotación referida a degradación ambiental, pero puede tomarse como la intervención del ser humano en el medio natural, en las acciones de extracción, artificialización y ordenamiento.

Mientras mayor sea el impacto global de las actividades humanas sobre el territorio natural (antropización), la estructura ecológica se ve afectada, lo que debilita la sostenibilidad territorial pues ésta debe garantizar la continuidad de los procesos ecológicos y el mantenimiento de la diversidad biológica, que en el caso de Bogotá es representada por la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, y esto constituye un elemento clave para la conservación y preservación de los ecosistemas regionales.

En ese escenario, dentro de los municipios que se encuentran en el borde de Bogotá, al cuantificar cifras de biodiversidad ecológica el suelo cubierto bajo la figura de áreas protegidas se localizan en el Parque Nacional Natural del Sumapáz y la Reserva Forestal Protectora de los Cerros Orientales, es aquí donde el alto grado de antropización indica una importante alteración y degradación de los ecosistemas naturales, lo que se traduce en una alta fragilidad y presión de los suelos protegidos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2006). Estas definiciones también se pueden entender bajo el término *hemerobia*, el cual ha sido más usado (Stoll, 2007).

4.8. Contexto Normativo

- Acuerdo No. 30 de 1976 del Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente -INDERENA: En este acuerdo se alinda y declara el Área Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá; se declara la reserva forestal protectora-productora de la cuenca alta del río Bogotá, es decir, se limita el uso del suelo se intenta preservar y conservar el aérea de Cerros Orientales, además se establecen sanciones al incumplimiento y se delega la administración de las reservas creadas a la CAR. El INDERENA, al hacer este acuerdo consideró que la vegetación de las montañas situadas alrededor de la Sabana de Bogotá debía ser protegida para conservar su efecto regulador de la cantidad y calidad de las aguas que eran utilizadas por los habitantes de ella y que el paisaje constituido por dichas montañas merecía protección por su contribución al bienestar físico y espiritual de los habitantes del Distrito Especial de Bogotá y Municipios aledaños.
- Resolución No. 76 de 1977 del Ministerio de Agricultura: Por el cual se adopta y se eleva a la categoría de norma nacional el Acuerdo 30 de 1976 que expide INDERENA; sin embargo, en su artículo tercero, crea la posibilidad de construir obras de infraestructura en

el área de la reserva, previa la obtención de la licencia respectiva, abriendo de esta manera la opción para que en dicha área se pudiera llegar a construir edificaciones, lo que se convirtió en el mecanismo para que actos de la CAR admitieran sustraer áreas de la Reserva y que los Acuerdos Distritales 7 de 1979 y 6 de 1990, facilitaran la posibilidad de construir obras.

- Resolución No. 463 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Por la cual se redelimita La Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, adopta su zonificación, reglamenta los usos y establece las determinantes para su ordenamiento y manejo. Con dicha norma, de las 14.170 hectáreas que se aprobaban por el decreto 76 de 1977 se sustraen 973 hectáreas en el borde occidental de la Reserva (se excluyó parcialmente sectores de La Sureña, San Luis y San Isidro los que quedaron incorporados a la Franja de Adecuación en revisión del Tribunal Administrativo de Cundinamarca) la cual es denominada Franja de Adecuación. La reglamentación urbanística de dicha zona le corresponde al Distrito Capital, para lo que el Ministerio le fija las respectivas determinantes ambientales. La legalidad de esta Resolución, a la fecha está siendo estudiada por el Consejo de Estado.
- Resolución No. 519 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Aclarar que la redelimitación del Área de Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá a que hace referencia la Resolución 0463 del 14 de abril de 2005, fue declarada mediante el artículo primero del Acuerdo 30 de 1976 de la Junta Directiva del Inderena y aprobada mediante el artículo primero de la Resolución 076 de 1977 proferida por el Ministerio de Agricultura.

- Resolución No. 1582 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial: Mediante Resolución 0463 de abril 14 de 2005, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial redelimitó la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, adoptó su zonificación y reglamentación de usos y se establecieron las determinantes para el ordenamiento y manejo de los Cerros Orientales de Bogotá y Que ante las dificultades de interpretación expresadas en relación con el parágrafo del artículo 5° de la citada resolución, se hace necesario adoptar una única interpretación por medio del presente acto administrativo.
- Decreto No. 122 de 2006 de la Alcaldía Mayor de Bogotá: Comprometer a la Administración Distrital, a través de todas sus entidades y dependencias, en la defensa y protección de los Cerros Orientales de Bogotá, como un área de interés ecológico de la Nación y de la Ciudad. Haciendo ordenamiento de las relaciones de todas las entidades de control a nivel nacional, regional, distrital y local que tengan relación con la Reserva Forestal Bosque Oriental De Bogotá.
- Resolución No. 1141 de 2006 de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca: Por la cual se adopta el Plan de Manejo Ambiental de la Zona de Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá y se establecen otras determinaciones.

5. Metodología

El uso de técnicas de detección de cambios a partir de imágenes satelitales combinadas con análisis estadísticos ha aumentado, sin embargo aún no se llega a un consenso acerca de cuál es el mejor método a utilizar, esto debido a que a pesar de que muchos estudios han demostrado la validez de los resultados aún es complicado el manejo de la variación espacial y espectral por ejemplo en áreas urbanas en crecimiento. El método a utilizar entonces estará relacionado con la disponibilidad de datos, extensión del área de estudio, tiempo, limitaciones informáticas y la aplicación del proyecto. (López & Plata, 2009)

En esta investigación se obtendrán resultados basados en una metodología mixta, es decir, cuantitativa y cualitativa, por consiguiente, considerando los dos ejes principales de análisis que corresponden a la determinación de la ocupación del territorio y al cambio de la cobertura del suelo desde 1960 hasta 2010, se plantean metodologías individuales y una que integre ambos ejes.

5.1. Estudio de caso

La Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, está situada sobre los cerros orientales del distrito capital (Ver Anexo 1. Registro fotográfico). Su ubicación estratégica tanto por ser parte del sistema orográfico de la ciudad como por ser parte de la Estructura Ecológica Principal Distrital (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000) facilitan una interrelación importante a nivel regional con los Parques Nacionales Naturales de Chingaza y Sumapáz.

Tiene un área aproximada de 14.000 hectáreas, definidas por el acuerdo 30 de 1976 del INDERENA, donde limita por el norte con el Alto de Torca y al sur por el Boquerón de Chipaque,

principalmente. Los cerros orientales tienen un gradiente altitudinal (entre 2.575 m.s.n.m. y 3.575 m.s.n.m.) que favorece la diversidad de ambientes y ecosistemas.

La zona de estudio corresponde a la Subcuenca de la Quebrada Yomasa, que cuenta con una superficie de 1548,18 ha, ubicada en la Cuenca del Río Tunjuelo en el municipio de Bogotá, en el departamento de Cundinamarca. Esta subcuenca se encuentra entre las siguientes coordenadas: norte $4^{\circ}30'50,371\text{ N}''$, sur $4^{\circ}28'58,185\text{ N}''$, occidente $74^{\circ}7'31,577\text{ W}''$ y oriente $74^{\circ}3'19,268\text{ W}''$. Tiene una altitud entre los 2.600 y los 3.200 m.s.n.m. y se encuentra dentro de la zona de Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá.

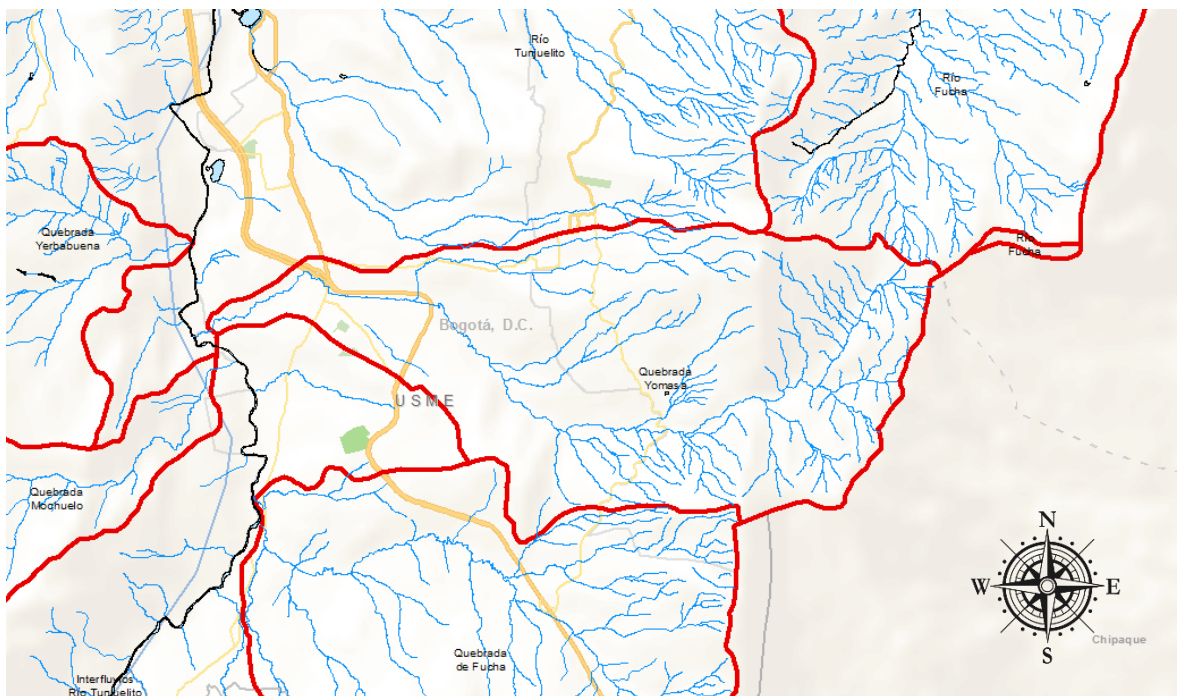


Figura 3. Localización del área de estudio. Subcuenca de la Quebrada Yomasa

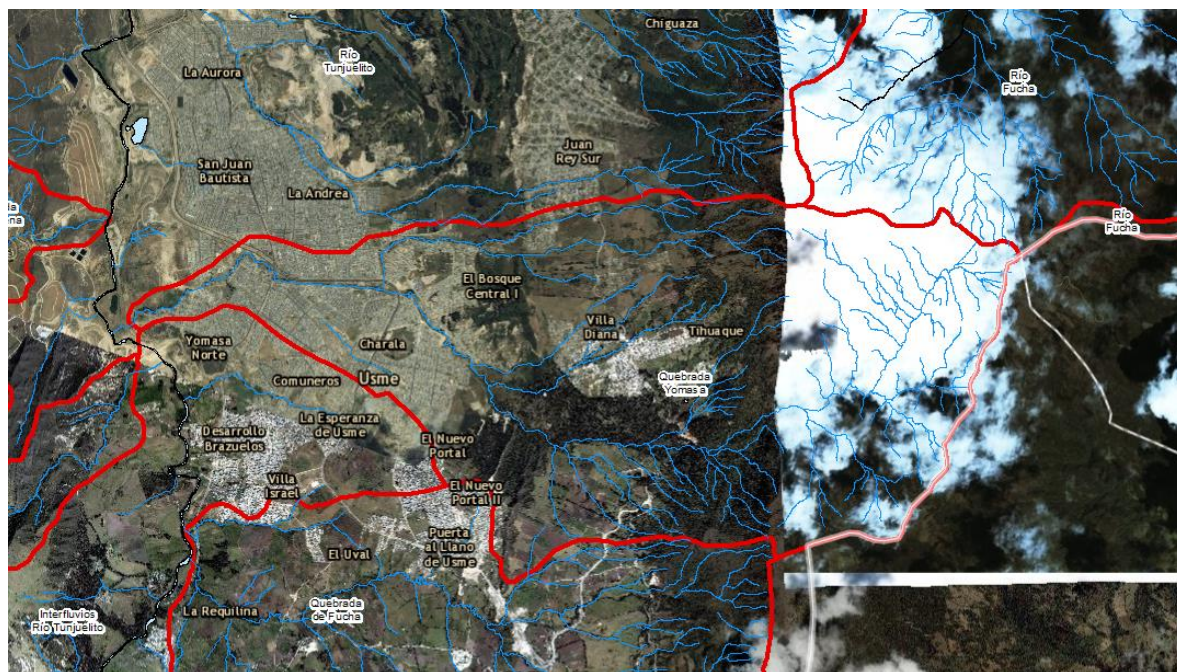


Figura 4 Localización del área de estudio. Imágenes satelitales de la Subcuenca Quebrada Yomasa

5.2. Procedimiento General

En primer lugar, con el fin de comparar y analizar el problema de investigación a lo largo del tiempo, a partir de la información disponible en cuanto a censos e imágenes satelitales, se establecen 4 períodos:

- Período 1: Desde 1960 hasta 1977 → Incluye una imagen satelital Landsat del año 1977
- Período 2: Desde 1978 hasta 1985 → Incluye una imagen satelital Landsat del año 1985
- Período 3: Desde 1986 hasta 2000 → Incluye una imagen satelital IKONOS y una Landsat, ambas del año 2000.
- Período 4: Desde 2001 hasta 2010 → Incluye una imagen satelital WORLDVIEW-2 y una Landsat, ambas del año 2010.

En segundo lugar, con el fin de determinar cómo ha sido el cambio de la cobertura a lo largo de estos períodos, se utilizará procesamiento de cuatro imágenes satelitales Landsat de los años 1977, 1985, 2000 y 2010; una imagen IKONOS del año 2000 y una imagen WORLDVIEW-2 del año 2010 .

Como tercer aspecto, no menos importante para el desarrollo de esta investigación, es necesario conocer cómo ha sido la ocupación del territorio a partir de los resultados obtenidos previamente acerca del cambio de la cobertura y analizar su relación con los factores políticos y sociales incluidos en los planes nacionales de desarrollo, que posiblemente hayan influido en este proceso.

5.3. Procesamiento y clasificación de imágenes satelitales para determinar la cobertura de suelo

El análisis de la cobertura y uso del suelo ayuda a determinar las relaciones entre los asentamientos humanos y los ecosistemas que sirven de soporte. La cobertura hace referencia al aspecto morfológico y tangible del suelo, comprendiendo los recubrimientos de la superficie de origen natural o cultural y los usos a las funciones que se desarrollan sobre aquellas cubiertas, es la calificación de todas las actividades realizadas por el hombre (CVC, 2012).

El procesamiento y análisis de imágenes satelitales son fuente de información espacial de gran ayuda para la toma de decisiones, el proceso de clasificación se basa en la relación “pixel – información espectral” que se explora a través de la combinación de bandas y de un manejo de los valores de cada pixel en las imágenes (Rodríguez, 2011).

Lo primero que se debe hacer para realizar cartografía con base en imágenes satelitales es verificar el estado y calidad de dichas imágenes, por lo tanto es necesario realizar una serie de

correcciones y mejoramientos que permitan visualizar de manera correcta el paisaje y posteriormente realizar los análisis y mediciones correspondientes, en este caso la clasificación de la cobertura de suelo de la subcuenca de la quebrada Yomasa como parte de la Reserva Forestal Protectora de los Cerros Orientales de Bogotá.

El proceso de clasificación se realizó para 4 períodos de tiempo (1974, 1985, 2000 y 2010). Para los 2 primeros períodos se utilizaron imágenes satelitales LANDSAT descargadas de la base de datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos USGS disponibles en la página web <http://glovis.usgs.gov>. Para el año 2000 se contó con dos imágenes satelitales del sensor IKONOS las cuales cubrían aproximadamente el 58% del área de estudio, el 42% restante se completó con una imagen LANDSAT TM7. Para el año 2010 se contó con una imagen satelital del sensor WORLDVIEW-2 que igualmente cubría un 58% del área de estudio y se completó el 42% restante con otra imagen LANDSAT TM7. Para realizar el procesamiento y análisis de las imágenes se utilizó el software ERDAS IMAGINE 2011 y el software ARCGIS 10.3.

Las imágenes satelitales IKONOS y WORLDVIEW-2 fueron suministradas en un convenio de apoyo a la investigación por Procalculo, compañía especializada en tecnologías geo espaciales y asociadas, a quien corresponde la propiedad y uso de las mismas. Estas imágenes fueron utilizadas con fines netamente académicos en esta investigación.

Las imágenes LANDSAT que se descargaron al encontrarse en nivel 1 de procesamiento, se encontraron separadas por bandas. Como primer procedimiento, se unieron las bandas 1, 2, 3, 4, 5 y 7, que tuvieron la misma resolución espacial (30 m) para poder realizar con ellas diferentes combinaciones y visualizar mejor las diferentes coberturas, para ello se utilizó la función Layer Stack del software ERDAS (Ver figura 5). A continuación se realizó un proceso de ortorectificación con el fin de asignar un adecuado sistema de referencia a la imagen y corregir sus

distorsiones geométricas, utilizando un Modelo Digital de Elevación (DEM) del área de estudio descargado de la página <http://srtm.csi.cgiar.org/> y unos puntos de control extraídos de cartografía base y sobrepuestos a la imagen satelital. A las imágenes de 2000 y 2010 no fue necesario realizarles este proceso ya que se encontraban en un nivel más alto de procesamiento.

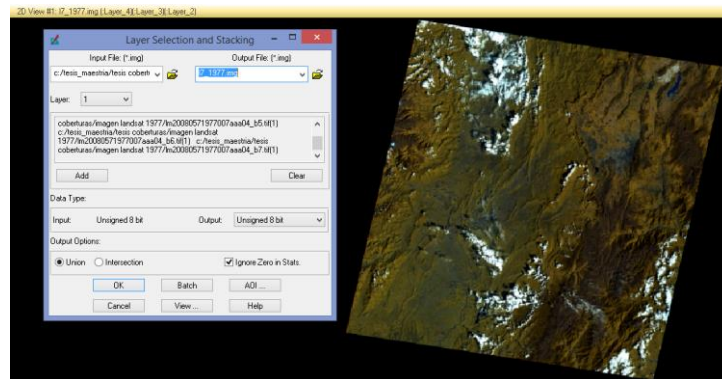


Figura 5. Layer Stack en ERDAS

Todas las imágenes fueron recortadas al área de estudio para comenzar el análisis, esto se realizó a través de un *clip* en el software ARCGIS. Posteriormente se probaron diferentes combinaciones de bandas para una mejor visualización y diferenciación de la cobertura (Ver figura 2). Las combinaciones de colores utilizadas fueron la de verdadero color (321) y falso color infrarrojo (432).

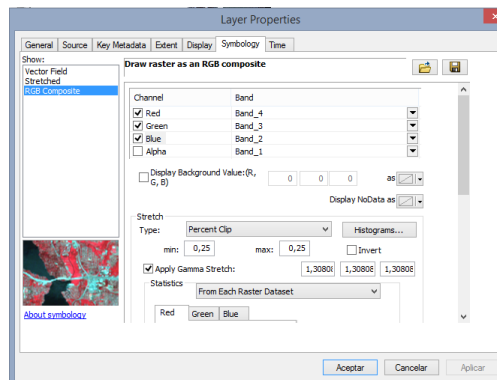


Figura 6. Combinaciones de bandas espectrales

La combinación 321 verdadero color, es cuando asignamos a cada banda del espectro visible su respectivo cañón de color aproximando los resultados al verdadero color de la escena. Se observa la vegetación en tonos verdes y los suelos en marrones y tostados.

Debido a la necesidad de identificar varios tipos de vegetación (bosques, pastos y cultivos) se utilizó también la combinación 432 falso color infrarrojo, en la cual se asigna la banda infrarroja al cañón rojo. Se puede observar en rojo muy oscuro la vegetación arbórea más densa (bosques), en rojos claros los cultivos y las praderas vigorosas, en tonos rosados la vegetación poco densa como pasturas naturales, en tonos celestes los suelos desnudos o áreas rocosas, en azul-celeste las zonas urbanas, en verde las parcelas aradas o suelos descubiertos con humedad y en los colores más oscuros negro o azul los cuerpos de agua.

El método de clasificación utilizado fue el de clasificación supervisada con el algoritmo por vecindad de máxima verosimilitud (Chuvieco, 2006). En este método se requiere un conocimiento previo del área de estudio y de los tipos de coberturas que se pueden encontrar para poder definir y delimitar las áreas de entrenamiento (Ver figura 7). El algoritmo de clasificación utiliza las características espectrales de las áreas de entrenamiento y procede a evaluar los niveles digitales de la imagen para asignarlos a una respectiva clase, el algoritmo de máxima verosimilitud realiza este proceso basado en una función de probabilidad de cada pixel y su posible pertenencia a una clase temática, y asigna el pixel a la clase donde su probabilidad sea más alta (Posada, 2008). Las áreas de entrenamiento seleccionadas para el área de estudio fueron:

- Cuerpos de agua
- Bosques/Árboles
- Cultivos
- Pastos

- Suelos descubiertos
- Urbano/Suburbano
- Vías/Carreteras
- Parcelas aradas/Suelos húmedos

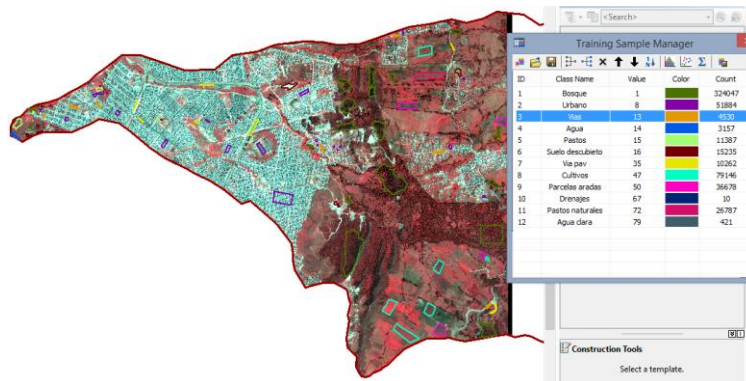


Figura 7. Delimitación de las áreas de entrenamiento

Luego de tener la clasificación se procedió con una generalización de la cobertura, lo primero fue aplicar un filtro mayoritario para quitar las celdas mal clasificadas, posteriormente se suavizaron las zonas con refinado de los límites, se convirtió la imagen de raster a vector para poder calcular las áreas, se tabularon en una matriz de transición que como lo indica Santana y Salas (2007) permite observar los cambios totales, netos e intercambios de área por cobertura y por período de tiempo.

Finalmente para la presentación de los mapas se asignaron los elementos geográficos y la leyenda de la cobertura de suelo que correspondan (Ver figura 8).

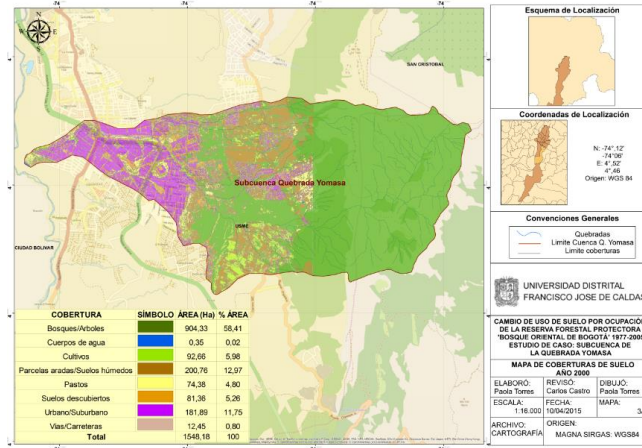


Figura 8. Cobertura de suelo

5.4. Generación de un modelo superficial de la población de la subcuenca de la Quebrada Yomasa

La distribución de la población en el área de estudio se calculó teniendo en cuenta que existen zonas con población más concentrada y otras con población más dispersa según el tipo de cobertura que se esté analizando, siguiendo el método propuesto por Mennis (2003) se generaron superficies de población basados en la cartografía de la cobertura de suelo clasificado en niveles de densidad de urbanización, calculando la población según el porcentaje de participación que tiene y del porcentaje que su área tiene en relación con el área total.

El procedimiento de Mennis se denomina asignación dasimétrica de población, el cual ha sido utilizado debido a que la población normalmente representada en mapas de coropletas asume la población constante dentro de unas divisiones administrativas a pesar de que esta variable en la realidad no se comporta de tal forma. Los mapas dasimétricos subdividen las áreas estadísticas en áreas de homogeneidad relativa basados en información complementaria (Sleeter, R. 2004), en este caso el mapa de coberturas obtenido.

Para seguir el método de Mennis, en primer lugar, se realizó una recopilación de información poblacional oficial, la cual fue tomada de la Secretaría Distrital de Planeación (SDP), el Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) y la entidad encargada en Colombia el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

Los datos de población (Tabla 1) más específicos obtenidos para el área de estudio fueron por UPZ, sin embargo la subcuenca de la Quebrada Yomasa la cual es el área de estudio, se intersecta con cinco UPZ (Ciudad Usme, Alfonso López, Comuneros, Gran Yomasa y La Flora) una UPR (Río Tunjuelito) y además la porción rural que abarca un poco más del 50% de su área. Por estas condiciones fue necesario atribuir la población de la subcuenca como una proporción según el porcentaje de área cada una de las Unidades de Planificación de la cuenca. Para los años de los cuales solo se tiene el dato poblacional por localidad se calculó sobre el porcentaje de área de la subcuenca sobre el área total de la localidad de Usme. Para realizar el cálculo de población de la subcuenca también se tuvieron en cuenta datos demográficos como densidad poblacional de Bogotá (200 habitantes por hectárea) (Sociedad Geográfica Colombiana, 2000) y el número de personas por hogar según la localidad (4,07) (DANE, 2007).

La información de la cobertura del suelo fue la obtenida por el análisis y clasificación de imágenes satelitales realizado en este trabajo siguiendo las directrices teóricas. (Suárez R, Santos D y Dorta P; 2008).

Posteriormente, a partir de la información poblacional y la clasificación de coberturas se obtuvo un producto cartográfico auxiliar que permite definir los diferentes niveles de densidad de población en cada zona estudiada (UPZ, UPR y zona de reserva) con la ayuda del mapa de población desagregado en núcleos de población -asentamientos de población que forman un núcleo definido- (Ayuntamiento de Abades); y del mapa de usos habitados. Se

estimó la densidad de población para cada una de las parcelas de la capa auxiliar, consiguiendo una capa de polígonos en la que cada uno de ellos se les asignaba un valor correspondiente al número de habitantes por píxel.

Tabla 1. Población de la Subcuenca de la Quebrada Yomasa

%UPZ	Área en la subcuenca/Año	1977	1985	2000	2010
9,7	La Flora	23	685	5.076	11.084
7,6	Gran Yomasa	18	539	3.994	8.722
7,7	Comuneros	18	545	4.036	8.813
6,3	Alfonso López	15	444	3.287	7.178
11,3	Ciudad Usme	27	798	5.908	12.901
6,4	UPR Río Tunjuelito	61	1.204	5.735	7.305
51,1	Reserva Cerros Orientales	40	803	3.823	4.870
Subcuenca Quebrada Yomasa		202	5.018	31.860	60.873

La herramienta utilizada en el software ArcGIS 10.3 fue la de Dasymetric Toolbox, la cual utiliza información geoespacial adicional, como los tipos de cobertura del suelo, para distribuir datos que han sido asignados a límites arbitrarios, tales como los datos poblacionales de los censos asignados en este caso a las localidades de Bogotá, esto mediante la eliminación de las áreas que son inhabitables y estimando las zonas más habitadas según las categorías observadas en la Tabla 2 obtenidas a partir de los datos de las unidades administrativas superiores y aplicadas a las inferiores que pertenecen a ellas (Mennis, 2003) y las cuales se utilizaron en este estudio como categorías dasimétricas.

Para realizar los cálculos de densidad de población por pixel a cada polígono de uso se le asoció la demanda agregada (suma población/suma superficie), se realizaron estimaciones a partir de los elementos de la muestra incluidos en la unidad administrativa a la que pertenece cada parcela (núcleo de población), en este caso cada UPZ, UPR y zona rural.

Tabla 2. Categorías dasimétricas

Categoría dasimétrica	Clase NLCD	Proporción de población
No habitable	Aguas abiertas, humedales, bosques primarios.	0%
Habitable 1	Bosques secundarios, arbustos / matorrales, pastizales / herbáceos, pastos y cultivos	10%
Habitable 2	Espacios abiertos desarrollados	20%
Habitable 3	Desarrollos de baja intensidad	50%
Habitable 4	Desarrollos de mediana intensidad	60%
Habitable 5	Desarrollos de alta intensidad	80%

Fuente: EnviroAtlas, 2013 (s.f.)

Para asignar la población a cada pixel se calculó la importancia relativa de la densidad de población del uso (Agropecuario, Urbano, Disperso (Incluye suelos descubiertos, parcelas aradas y vías), Poco habitable (bosques), teniendo en cuenta los valores asignados para cada tipo de cobertura en la tabla No 2. Esto se realizó con los siguientes cálculos y basados en las cifras de densidad poblacional del Instituto de Estudios Urbanos.

p_{ij}: Densidad estimada del uso j en el núcleo de población i.

d_{ij}: Importancia relativa del uso en ese núcleo poblacional.

$$d_{ij} = \frac{p_{ij}}{p_{iA} + p_{iU} + p_{iD} + p_{iPH}}$$

$j \in \{A: \text{Agropecuario}, U: \text{Urbano}, D: \text{Disperso}, PH: \text{Poco habitable}, \}$

f_{ij} : Proporción de la población total del núcleo i asignada al uso j :

n_i : Número de celdas correspondientes a cada uso

$$f_{ij} = \frac{d_{ij} * n_{ij}}{d_{iAnA} + d_{iUnU} + d_{iDnD} + d_{iPnPH}}$$

P_{oij} : Población asignada a cada celda uso j en cada núcleo de población i

$$P_{oij} = \frac{f_{ij} * p_{ij}}{n_{ij}}$$

Finalmente estos valores obtenidos de densidad poblacional se relacionaron a una capa raster en cada uno de sus pixeles, para obtener el modelo superficial de la población de la Subcuenca de la quebrada Yomasa.

5.5. Análisis de lineamientos de los planes de desarrollo en relación a la ocupación a la RFPBOB

A partir de la exploración en fuentes secundarias de información acerca de los planes de desarrollo nacional que se dieron desde los años 60, se realizó una compilación de los lineamientos y políticas que se considera, afectaron la ocupación de la RFPBOB. Por consiguiente, la búsqueda de información se realizó en la fuente oficial que es el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y se obtuvo los documentos de los siguientes planes de desarrollo:

- Desarrollo económico y social (1961-1970) - Alberto Lleras Camargo
- Planes y programas de desarrollo (1969-1972) - Carlos Lleras Restrepo
- Las cuatro estrategias (1970-1974) - Misael Pastrana Borrero

- Para cerrar la brecha (1974-1978) - Alfonso López Michelsen
- Plan de integración nacional (1978-1982) - Julio Cesar Turbay
- Cambio con equidad (1982-1986) - Belisario Betancur
- Plan de economía social (1986-1990) - Virgilio Barco
- La revolución pacífica (1990-1994) - César Gaviria
- El salto social (1994-1998) – Ernesto Samper Pizano
- Cambio para construir la paz (1998-2002) - Andrés Pastrana Arango
- Hacia un Estado comunitario (2002-2006) - Álvaro Uribe Vélez
- Estado Comunitario: desarrollo para todos (2006-2010) - Álvaro Uribe Vélez

A continuación se realizó un análisis de cada uno de estos planes de desarrollo, en relación a la ocupación de los cerros orientales de Bogotá. Tal análisis se hizo por lineamientos que estuvieran enfocados hacia usos del suelo, áreas protegidas, áreas de conservación ambiental, áreas de importancia ecológica, actividades perturbantes, agricultura, minería, expansión urbana, migración de la población rural, crecimiento de la población urbana y asentamientos humanos ilegales.

Todo lo anterior con el fin de identificar las causas políticas y sociales ligadas a los planes de desarrollo, que pudieron tener incidencia con la ocupación de la RFPBOB en los años 1960 hasta el 2010.

5.6. Relación entre variables

Mediante la utilización de Regresión Lineal Simple y con el software estadístico R Project, se determinará la influencia de los cambios poblacionales en los cambios de la cobertura en cada período de tiempo.

La regresión lineal es un método matemático que modela la relación entre una variable dependiente Y , las variables independientes X_i y un término aleatorio ε . Este modelo puede ser expresado como:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_p X_{pt} + \varepsilon$$

Y_t : variable dependiente, explicada o regresando en el tiempo t , donde t esta entre 1960 y 2010.

$X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{pt}$: Variables explicativas, independientes o regresores en el tiempo t .

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$: parámetros, miden la influencia que las variables explicativas tienen sobre el regresando.

Donde β_0 es la intersección o término "constante", las β_i ($i > 0$) son los parámetros respectivos a cada variable independiente, y P es el número de parámetros independientes a tener en cuenta en la regresión. La regresión lineal puede ser contrastada con la regresión no lineal. Como supuesto se tiene que los residuos tienen un comportamiento adecuado.

Con el objetivo de estimar la relación entre el crecimiento poblacional y el cambio de cobertura de suelo, se toma como variable independiente o explicativa la población, medida como el número de habitantes; y como variable dependiente o explicada la cobertura de bosque.

Para efectos del cálculo de la regresión lineal simple, se creará un código de programación en la herramienta R Project basado en la función *spline* para la interpolación de datos, que da lugar

a resultados similares requiriendo solamente el uso de polinomios de bajo grado, evitando así las oscilaciones, indeseables en la mayoría de las aplicaciones, encontradas al interpolar mediante polinomios de grado elevado. Los splines son utilizados para trabajar tanto en una como en varias dimensiones. También se generarán códigos para utilizar las funciones de generación de gráficas y tablas con formatos establecidos.

6. Resultados

6.1. Cobertura de suelo

Mediante el proceso de clasificación de las imágenes satelitales se pudo determinar las diferentes coberturas del área de estudio, en la Tabla 3 observamos los tipos de cobertura de cada período de tiempo, las diferencias se deben al nivel de resolución espacial de las imágenes satelitales utilizadas.

Tabla 3. Clasificación de la cobertura de suelo

AÑO	COBERTURA
1977	Bosques/Cultivos/Pastos
	Urbano/Suburbano
1985	Bosque natural
	Bosques/Cultivos/Pastos
	Urbano/Suburbano
2000/2010	Bosques/Arboles
	Cuerpos de agua
	Cultivos
	Parcelas aradas/Suelos húmedos
	Pastos
	Suelos descubiertos
	Urbano/Suburbano
Vías/Carreteras	
-	Sin información (Nubes)

Identificación de la cobertura del suelo 1977

La figura No 9 muestra la cobertura de suelo obtenida a partir de la clasificación de una imagen satelital Landsat, la cual tiene una resolución espacial de 30 metros. Con esta imagen se

pudo identificar dos coberturas: vegetación y suelo urbano, en la primera se incluyen los bosques naturales o plantados, cultivos, pastos, entre otras, y en la segunda el suelo urbano/ suburbano o en general el suelo que se encontraba desprovisto de vegetación. Las combinaciones de bandas 321 y 432 fueron útiles en la tarea de identificación, mostrando la vegetación en tonos verdes (321) o en tonos rojos (432) y los suelos sin vegetación y suelos con construcciones en tonos grises (321) y tonos azules (432).

Sin embargo, la calidad de la imagen a pesar de las correcciones radiométricas aplicadas y la resolución espacial de la imagen de 30 metros, no fueron adecuadas para permitir una mayor discriminación de la cobertura de suelo. Esto se considera como una gran limitación de la información disponible para la investigación, ya que fueron las únicas imágenes satelitales obtenidas para este período de tiempo.

Tabla 4. Datos de área y porcentaje de las unidades de la cobertura de 1977

COBERTURA	SÍMBOLO	ÁREA (Ha)	% ÁREA
Bosques/Cultivos/Pastos		1523,03	98,38
Urbano/Suburbano		25,16	1,62
Total		1548,18	100

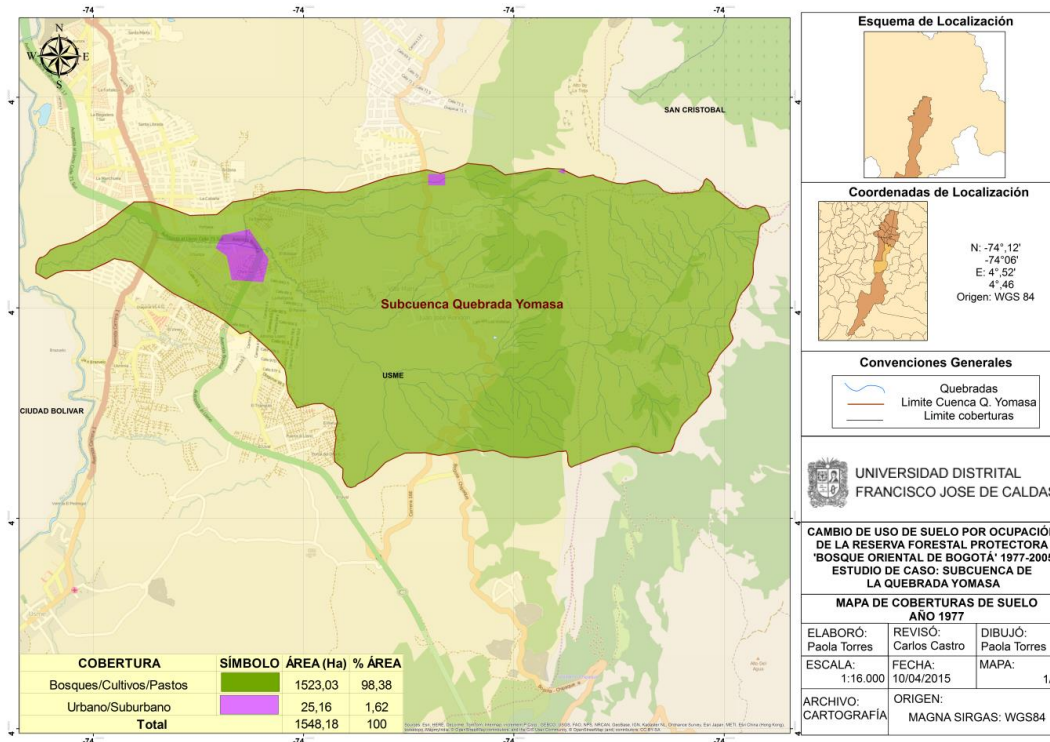


Figura 9. Cobertura del suelo del año 1977

Identificación de la cobertura del suelo 1985

En la figura No 10 se observa la clasificación de la cobertura del suelo del año 1985 obtenida igualmente a partir de una imagen satelital Landsat con 30 metros de resolución espacial, en esta imagen además de lo identificado en la anterior imagen (1977) la vegetación se pudo discriminar entre bosque natural el cual en la combinación de bandas 432 se observa de color rojo oscuro, y entre la vegetación como cultivos y pastos la cual se presenta en tonos rojos claros. Esta mejora en la discriminación se debió a la mejora de la calidad de la imagen ya que pasamos de un sensor Landsat 2 a un sensor Landsat 4.

Tabla 5. Datos de área y porcentaje de las unidades de cobertura de 1985

COBERTURA	SÍMBOLO	ÁREA (Ha)	% ÁREA
Bosque natural		292,76	18,91
Bosques/Cultivos/Pastos		1097,01	70,86
Urbano/Suburbano		158,41	10,23
Total		1548,18	100

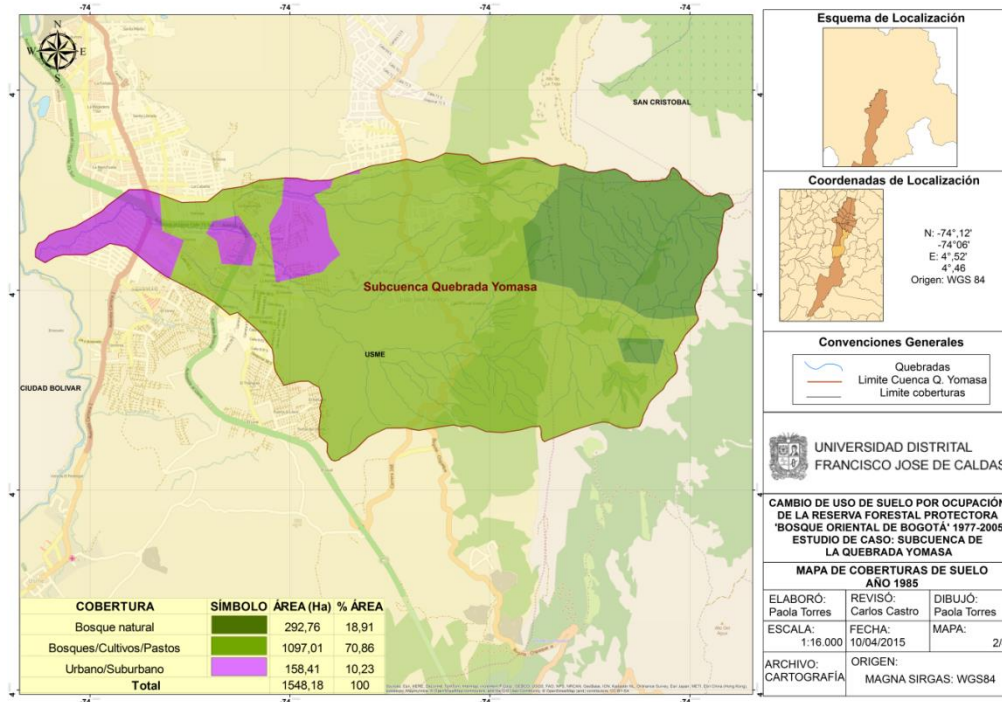




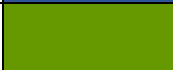





Figura 10. Coberturas de suelo año 1985

Identificación de la cobertura del suelo 2000

En la figura No 11 se encuentran las unidades de la cobertura de suelo identificadas para el año 2000 a partir de la imagen IKONOS con resolución espacial de 4 metros y una imagen satelital Landsat 7 de 30 metros de resolución espacial para la parte alta de la Subcuenca donde encontramos menor actividad, lo que indica las unidades de cobertura pese a que se encuentra al mismo nivel de precisión. Debido a la alta resolución espacial y radiométrica de la imagen se

lograron identificar 8 tipos de coberturas: bosques o árboles, cuerpos de agua, cultivos, parcelas aradas o suelos húmedos, pastos, suelos descubiertos y vías o carreteras.

Tabla 6. Datos de área y porcentaje de las unidades de la cobertura de suelo del año 2000

COBERTURA	SÍMBOLO	ÁREA (Ha)	% ÁREA
Bosques/Arboles		904,33	58,41
Cuerpos de agua		0,35	0,02
Cultivos		92,66	5,98
Parcelas aradas/Suelos húmedos		200,76	12,97
Pastos		74,38	4,80
Suelos descubiertos		81,36	5,26
Urbano/Suburbano		181,89	11,75
Vías/Carreteras		12,45	0,80
Total		1548,18	100

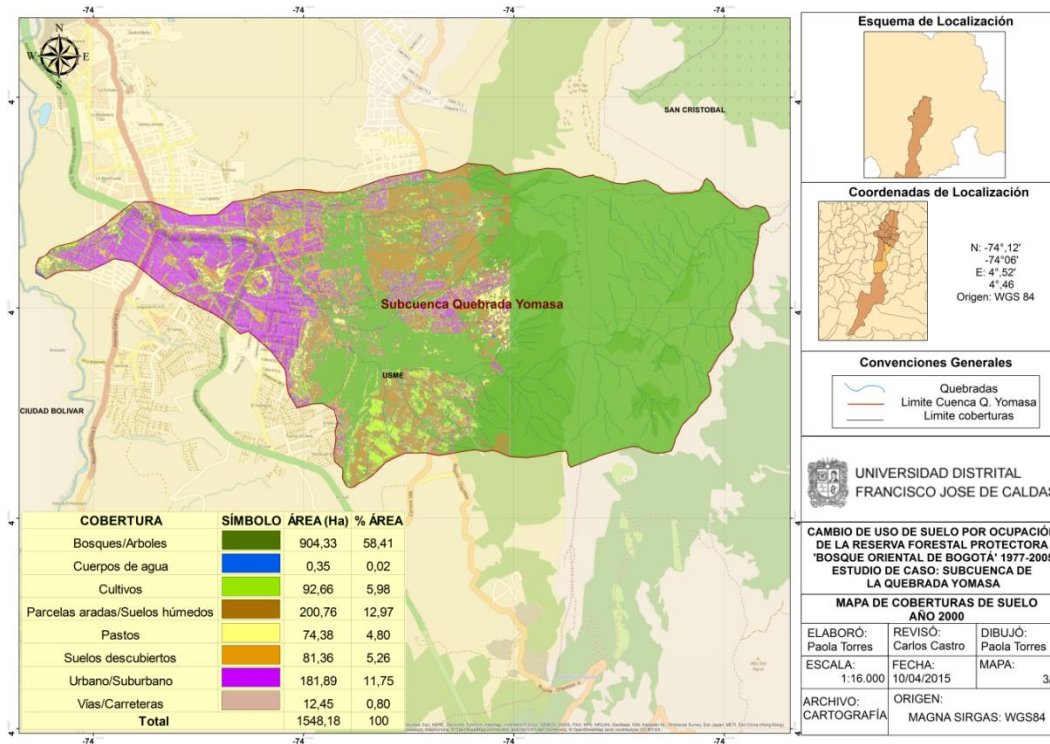








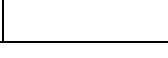


Figura 11. Cobertura del suelo año 2000

Identificación de la cobertura del suelo 2010

La figura No 12 muestra las unidades de la cobertura de suelo clasificadas a partir de una imagen satelital WORLDVIEW-2 que cuenta con una resolución espacial 1.85 metros. Como en las imágenes IKONOS utilizada para el período de tiempo anterior se identificaron 8 tipos de unidades de la cobertura de suelo con el fin de tener resultados comparables. También se clasificó la parte alta de la subcuenca a partir de una imagen Landsat 7 para tener una noción de la cobertura de esta zona aunque las áreas no son 100% precisas debido a su resolución.

Tabla 7. Datos de área y porcentaje de las unidades de coberturas del año 2010

COBERTURA	SÍMBOLO	ÁREA (Ha)	% ÁREA
Bosques/Arboles		811,66	52,43
Cuerpos de agua		0,00	0,00
Cultivos		71,36	4,61
Parcelas aradas/Suelos húmedos		115,93	7,49
Pastos		71,19	4,60
Suelos descubiertos		118,38	7,65
Urbano/Suburbano		231,23	14,94
Vías/Carreteras		94,86	6,13
Sin información		33,57	2,17
Total		1548,18	100

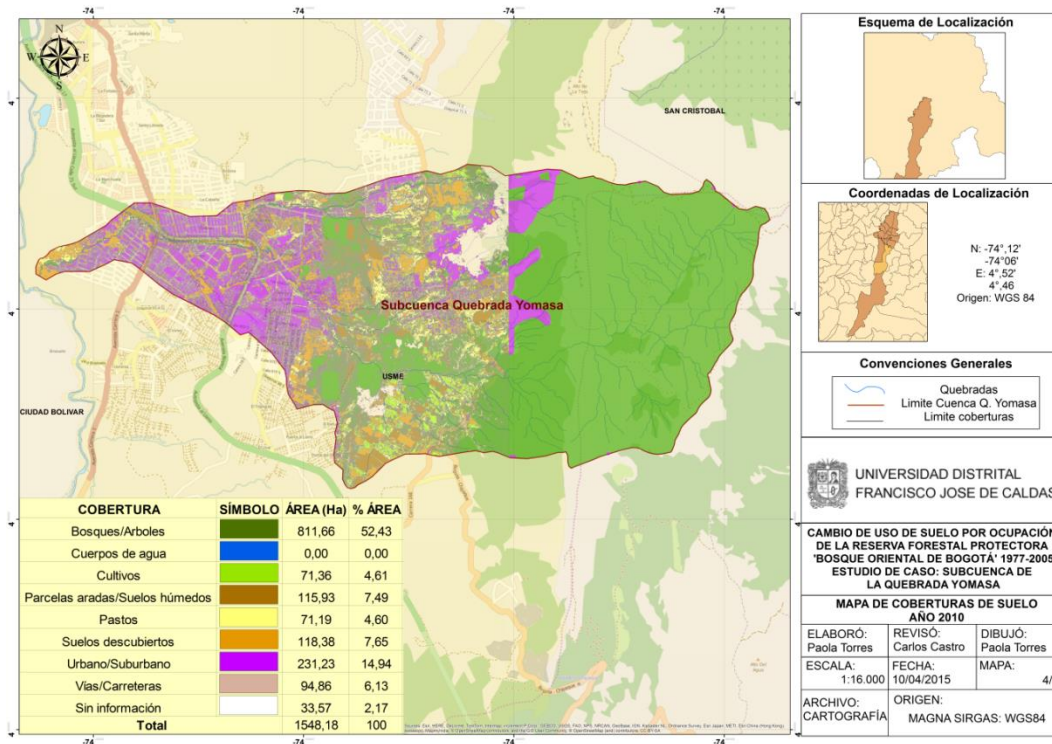


Figura 12. Cobertura del suelo año 2010

6.2. Modelo superficial de población

La información poblacional obtenida y calculada para los cuatro períodos de estudio (1977, 1985, 2000, 2010) se encuentra resumida en la tabla No 8, donde observamos un crecimiento exponencial de la población a una tasa de aproximadamente 0,72.

Tabla 8. Información poblacional de la Subcuenca de la Quebrada Yomasa

Unidad/Año	Área (Ha)	1977	1985	2000	2010
La Flora	150,98	32	782	4509	9487
Gran Yomasa	118,81	45	1108	8015	13439
Comuneros	120,04	47	1173	8516	14230
Alfonso López	97,77	45	1108	7514	13439
Ciudad Usme	175,73	11	261	501	3162
UPR Río Tunjuelito	100,24	16	391	1803	4743
Reserva Cerros Orientales	784,61	8	196	1002	2372
Subcuenca Yomasa	1548,18	202	5018	31860	60873

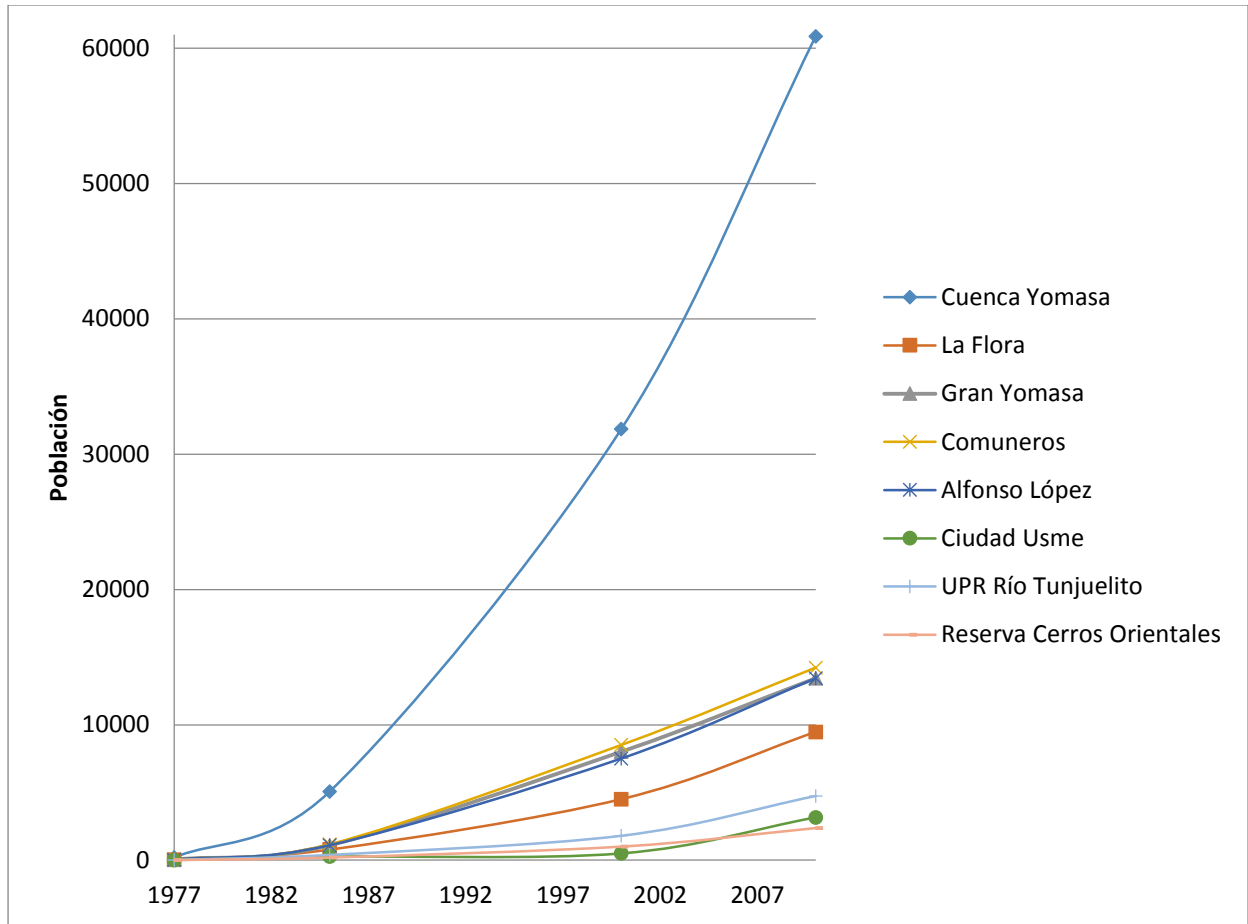


Figura 13. Incrementos de población por total de la Subcuenca y por Unidades Administrativas

Densidad poblacional año 1977

En la figura No 14 se puede observar la densidad poblacional obtenida, donde se tiene la mayor concentración poblacional en la parte baja de la subcuenca y una influencia de esta área en sus zonas vecinas, pues a medida que se sube en altitud en el área de estudio, va disminuyendo la densidad poblacional.

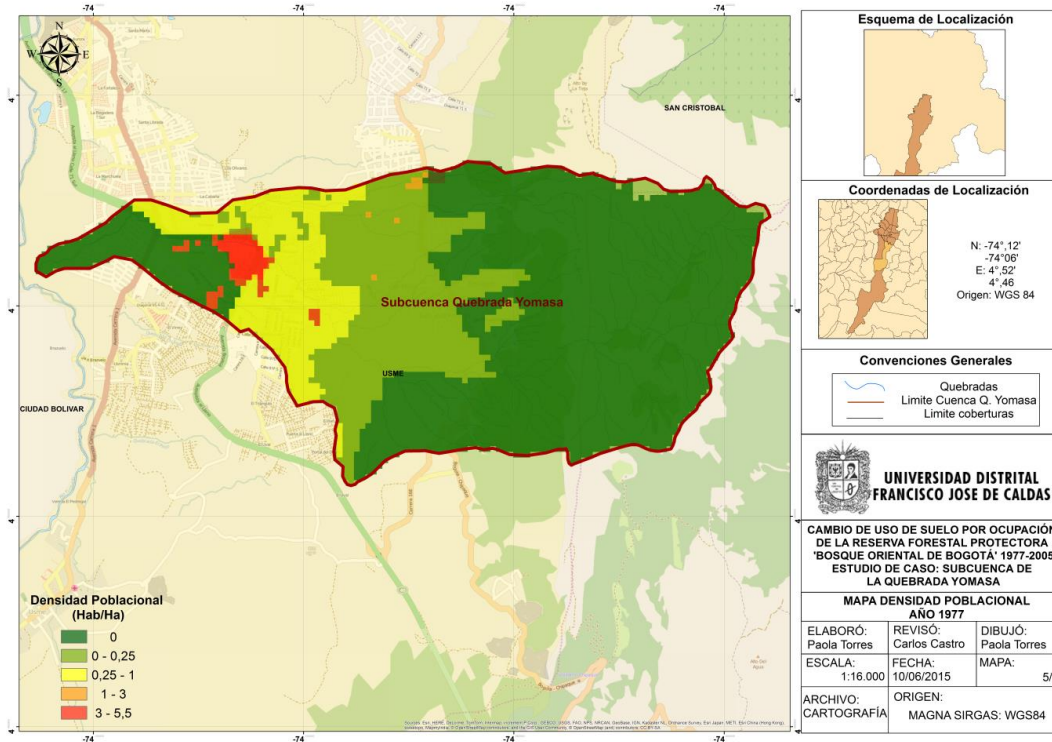


Figura 14. Densidad poblacional para el año 1977

Densidad poblacional año 1985

En la figura No 15 se puede observar la distribución de la densidad poblacional que se obtuvo para el año 1985, la parte baja de la subcuenca, que en el período anterior no presentaba asentamientos urbanos, es ahora una de las zonas más pobladas del área de estudio, al igual que la zona donde en 1977 comenzaba a identificarse la concentración urbana. Igualmente se ve un proceso de influencia de la zona principal y a medida que se sube hacia la parte alta de la subcuenca la población va disminuyendo. La densidad de la población pasó de 5.5 a 12 personas por hectárea. Esto, se evidencia en la ocupación de una mayor cantidad de área, lo cual se evidencia en que la población total de la subcuenca pasó de 202 a 5018 personas por hectárea. En promedio la densidad poblacional creció a un tasa de 40,15% anual, en este periodo de tiempo.

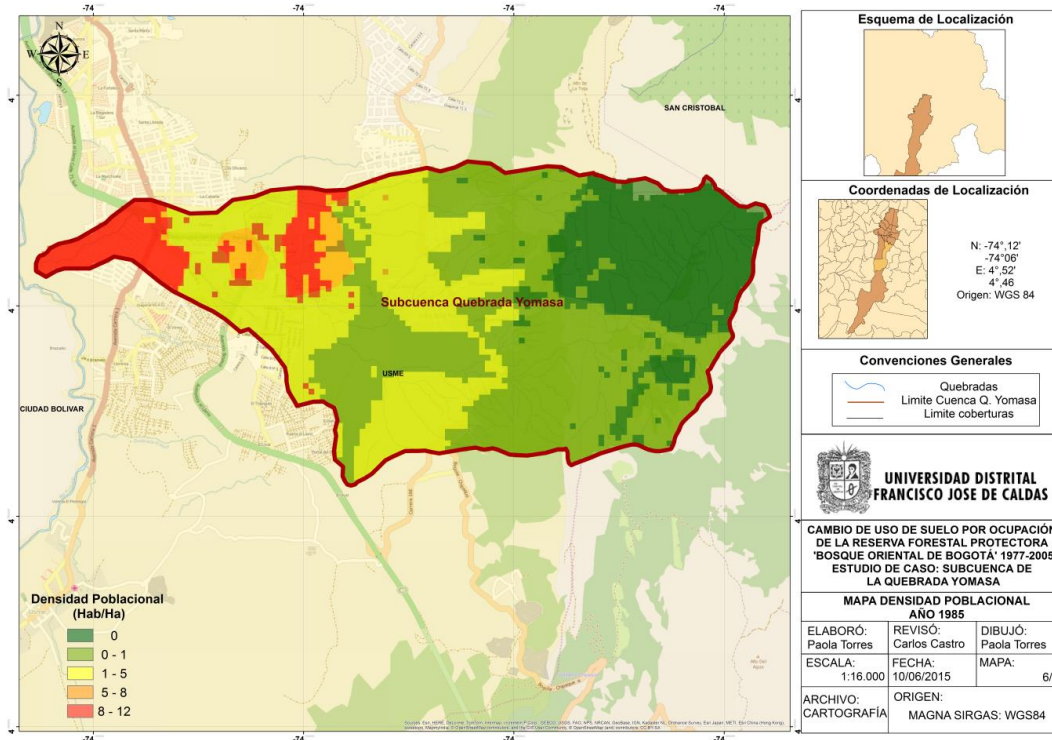


Figura 15. Densidad poblacional para el año 1985

Densidad poblacional año 2000

En la figura No 16 se observa la representación de la densidad poblacional de la Subcuenca en el año 2000, encontramos que la parte baja de la Subcuenca ya se encuentra totalmente urbanizada en estructura y concentración, la población llega a 55 habitantes por hectárea en aproximadamente un 20% del total de la Subcuenca. Observamos una zona de transición poco poblada para encontrar en la parte media de la subcuenca una zona con desarrollo poblacional grande con una densidad de 25 habitantes por hectárea, en promedio la densidad poblacional creció a un tasa de 12,32% anual, en este periodo de tiempo. El incremento poblacional con respecto al periodo anterior fue de más de 500% pasando de 5000 habitantes a 30000.

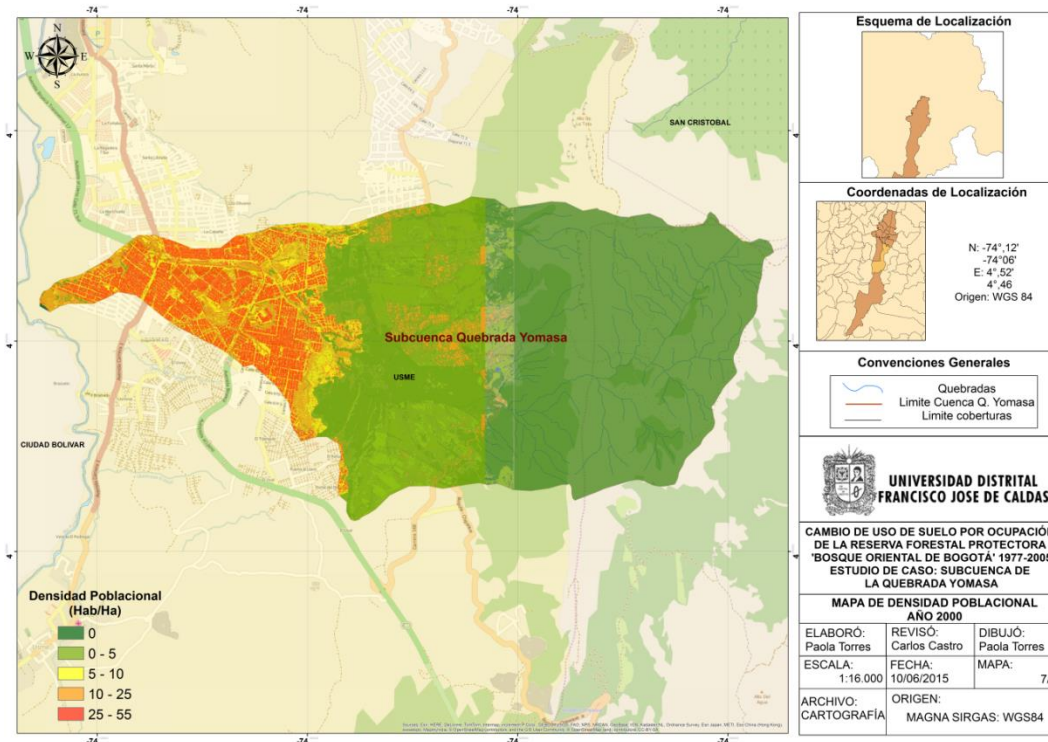


Figura 16. Densidad poblacional para el año 2000

Densidad poblacional año 2010

En la figura No 17 se encuentra la densidad poblacional de la subcuenca en el año 2010, encontramos que la parte baja de la subcuenca totalmente urbanizada va creciendo hacia sus bordes, alcanzando en este espacio una densidad de 110 personas por hectárea. Las nuevas áreas urbanas con respecto a la fecha anterior alcanzan las 175 hectáreas sin embargo la población creció el doble pasando de 30000 habitantes a casi 61000. La zona media de la subcuenca ha crecido a niveles muy bajos con una densidad de 0 a 5 habitantes por hectárea comparado con las partes que la rodean imponiendo una presión sobre estas zonas aun naturales. En promedio la densidad poblacional creció a un tasa de 6,47% anual, en este periodo de tiempo.

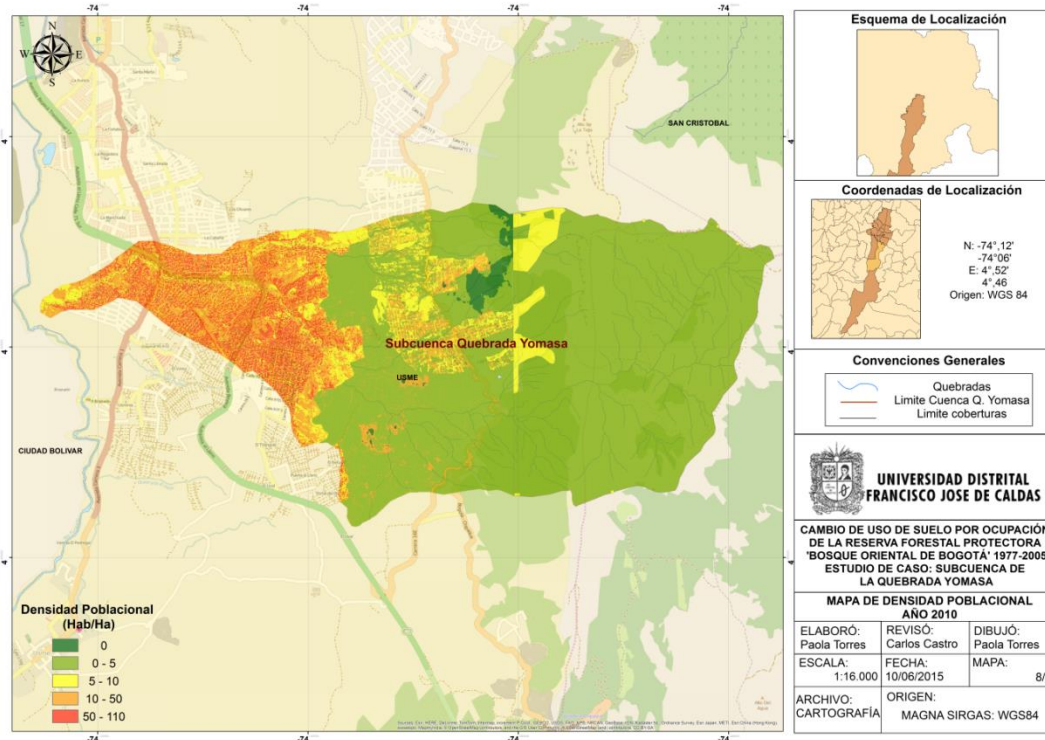


Figura 17. Densidad poblacional para el año 2010

6.3. Planes de desarrollo

Período 1: 1960-1977

- Desarrollo económico y social (1961-1970) - Alberto Lleras Camargo

Se habló de planeación enfocada al crecimiento económico basado en la ayuda de Estados Unidos y el fomento de la agricultura, especialmente los cultivos de café, banano y azúcar; se menciona que la población aumentó y la tasa de crecimiento poblacional es relativamente alta en comparación con los años anteriores, por lo que se supone un aumento en la fuerza de trabajo, lo que a su vez aumentaría el PIB nacional; Se propicia la ocupación de tierras con usos agrícolas, pues es el principal motor de la economía colombiana y en donde se centrarán los esfuerzos; se

refiere a los recursos naturales en relación a la explotación de la minería, petróleo y recursos hidráulicos que generen energía.

- Planes y programas de desarrollo (1969-1972) - Carlos Lleras Restrepo

Estimuló la inversión de capital extranjero, además de proponer la industrialización de Colombia para aliarse con países Latinoamericanos y no con grandes potencias; propuso la tecnificación del progreso en Colombia y por lo tanto la reforma agraria para al aumento del PIB; Control de las importaciones y exportaciones; impulso el FNA, entidad encargada de administrar las cesantías de los empleados nacionales y de financiar los créditos para vivienda.

- Las cuatro estrategias (1970-1974) - Misael Pastrana Borrero

Planteó identificar e impulsar los sectores estratégicos para el crecimiento económico en el país. Las cuatro estrategias fueron: expansión de la industria edificadora, fomento de las exportaciones, fomento de la producción agropecuaria y distribución equitativa del ingreso. Se creó el sistema de valor constante –UPAC- administrado por nuevas figuras financieras como las Corporaciones de Ahorro y Vivienda, quienes se encargaron de captar el ahorro de la población, asegurando el mantenimiento de su poder adquisitivo a través del reconocimiento de la corrección monetaria que pagaban en adición a una tasa de interés remuneratoria.

- Para cerrar la brecha (1974-1978) - Alfonso López Michelsen

Se fomentaron las exportaciones, cambiando el modelo de sustitución de importaciones. Se creó el Programa de Desarrollo Rural Integrado - DRI como una alternativa para fortalecer y tecnificar el sector rural y agrario. Uno de sus componentes fue la inversión en la infraestructura

física. Se plantea el desarrollo rural y urbano articulado, extendiendo los servicios de la zona urbanas a las zonas rurales.

Período 2: 1977-1985

- Plan de integración nacional (1978-1982) - Julio Cesar Turbay

Se enfocó en el fortalecimiento y desarrollo de la infraestructura social y urbana del país; propuso la descentralización económica y la autonomía regional, el desarrollo del transporte y los medios de comunicación, el desarrollo energético y minero con base en la inversión extranjera. En este período empezó la crisis de los partidos políticos tradicionales y surgieron los partidos de oposición por la explotación de los recursos naturales en los territorios que cambio la economía del país generando a la vez violencia en la zonas, migración del campo a la ciudad, miseria y desempleo y sin servicios, se aumentaron los desequilibrios sociales y problemas sociales. Se gestaron megaproyectos en relación a la explotación de recursos naturales, como la explotación de carbón del Cerrejón en la Guajira, la explotación de níquel en Cerromatoso en Córdoba, la represa del Guavio y grandes autopistas como la vía Bogotá-Medellín.

- Cambio con equidad (1982-1986) - Belisario Betancur

Se enfocó en su principal programa “vivienda sin cuota inicial”, que se materializó en el Instituto de Crédito Territorial, razón por la cual la construcción fue un instrumento impulsador de la economía, debido a su efecto multiplicador en términos de producción y empleo. Para esto se plantea la necesidad de medidas complementarias, tales como la simplificación de los trámites administrativos que encarecen el precio de la construcción, la dotación a las entidades y autoridades regionales de mecanismos ágiles y adecuados para la planeación urbana, y la construcción de

sistemas de transporte masivo en las grandes ciudades. Se continuo con el DIR y se articuló con el Plan Nacional de Rehabilitación (PNR) En este gobierno se incorporó por primera vez la población, el cual la población desplazada se consideró el sector prioritario de atención.

Período 3: 1985-2000

- Plan de economía social (1986-1990) - Virgilio Barco

Busca reorientar la política de paz y rehabilitaciones de los sectores marginados, por lo que muestra la necesidad de una redistribución de los ingresos nacionales de una manera más equitativa, con el objetivo de eliminar la desigualdad social. Se hace evidente el problema de aglomeración en los grandes centros urbanos y la disminución de la población rural, además se menciona que la expansión subnormal y desordenada de las ciudades, el deterioro de las áreas céntricas de las ciudades y la construcción de vivienda en zonas no aptas que presionan la construcción de servicio públicos y de infraestructura básica a precios marginales muy altos, son una constante de los conglomerados urbanos. Se plantea que las acciones en este campo deben ir encaminadas a reducir el déficit de vivienda y proveer un marco legal e institucional para racionalizar el uso del suelo urbano.

- La revolución pacífica (1990-1994) - César Gaviria

Se planteó claramente un nuevo modelo de apertura, con el objetivo de cambiar la estructura de producción en una mucho más competitiva, libre de subsidios, en la que solo la calidad y el precio definen la presencia y permanencia en los mercados internacionales. Se plantea también la adecuación de tierras para el fortalecimiento de la infraestructura social. Se crea la reforma al Sistema Nacional de Vivienda.

- El salto social (1994-1998) – Ernesto Samper Pizano

El plan nacional de desarrollo se convierte en Ley de la República por primera vez en sus elementos esenciales y en la asignación de inversión, según la constitución tendrá prioridad sobre otras leyes de presupuesto. Se financiaron algunas actividades de carácter social, como régimen subsidiado de salud, hogares comunitarios, vivienda social rural, subsidio de crédito para pequeños productores, desarrollo rural, subsidio de servicios públicos y masificación del gas natural, entre otros. Una de las grandes estrategias fue la gestión ambiental sostenible, en la que se plantea la necesidad de aumentar la capacidad de renovación del capital natural, prevenir el deterioro ambiental de los ecosistemas estratégicos para el desarrollo de la nación. Se estableció que los parques nacionales naturales propendieran al saneamiento de los títulos de tenencia de la tierra. Se mencionó generar una política de población sostenible que incidiera sobre las tendencias de migración y asentamientos humanos, especialmente el control y orientación de las migraciones en el interior del país para que se realizaran dentro de condiciones de vida digna y acordes con el desarrollo rural y urbano ordenado.

Período 4: 2001-2010

- Cambio para construir la paz (1998-2002) - Andrés Pastrana Arango

Se centró en la paz como primera estrategia, de la que en documento de presentación se dice “es el meollo del asunto”, complementada con las estrategias de fortalecimiento del tejido social, consolidación del desarrollo y reactivación de la producción, teniendo como horizonte las exportaciones y la competitividad regional. Se promovió la construcción de viviendas como factor de fortalecimiento de la infraestructura social y el desarrollo urbano en el marco de la disminución de la pobreza. Se pretendió apoyar financieramente las inversiones que favorecieran la vivienda de

la población de más bajos ingresos, así como también se amplió la cobertura de los servicios públicos a los límites de las zonas urbanas. Frente al problema de la informalidad e irregularidad en la tenencia de la tierra, se impulsó un programa con el fin de legalizar la tenencia, tanto de predios urbanos como rurales; modernizar e integrar los sistemas de catastro y registro de la propiedad, procurando mejorar las condiciones de seguridad, transparencia, agilidad y oportunidad de estos sistemas; y dotar a las entidades estatales de información completa acerca de áreas protegidas por consideraciones ambientales, étnicas, de riesgo y urbanización, a partir de la identificación clara y única de sus áreas y límites.

- Hacia un Estado comunitario (2002-2010) - Álvaro Uribe Vélez

Buscó promover un Estado participativo que involucrara a la ciudadanía en la consecución de sus fines sociales; un Estado gerencial que invirtiera con eficiencia y austeridad los recursos públicos y un Estado descentralizado que privilegiara la autonomía regional con transparencia, responsabilidad política y participación comunitaria. Se planteó una estrategia basada en el impulso a la vivienda y la construcción, dado el impacto positivo que tiene sobre otros sectores y el empleo productivo. Se mencionó promover la vivienda social rural, con el fin de mejorar las condiciones de vida de la población rural y promover la ocupación de zonas rurales, por lo que se adjudicaron predios y viviendas a aproximadamente 50.000 familias.

6.4. Relación entre cambio de la cobertura y población

Con base en los resultados obtenidos en los apartados anteriores, se generó la Tabla 9 que condensa la información base para el análisis estadístico. Con el uso del software estadístico R Project, se creó un código de programación para la generación de una gráfica que muestra las

hectáreas con cobertura de bosque en la subcuenca de la quebrada Yomasa, para cada período de tiempo analizado (Figura 18) y una gráfica que muestra la población total de la subcuenca para el mismo lapso (Figura 19).

Tabla 9. Información resultante para cada cobertura de suelo en los períodos de tiempo

Coberturas	Año 1977		Año 1985		Año 2000		Año 2010	
	Área (ha)	Población	Área (ha)	Población	Área (ha)	Población	Área (ha)	Población
Bosques/Arboles *	1.218,42	36,55	1.115,52	914,73	904,33	8.826,26	811,66	8.384,43
Cuerpos de agua	-	-	-	-	0,35	-	-	-
Cultivos	152,50	36,60	137,14	533,47	92,66	941,43	71,36	939,06
Parcelas aradas/Suelos húmedos	-	-	-	-	200,76	1.943,36	115,93	1.707,61
Pastos	152,10	20,53	137,11	440,12	74,38	755,70	71,19	936,92
Suelos descubiertos	-	-	-	-	81,36	787,56	118,38	1.743,79
Urbano/Suburbano	25,16	108,44	158,41	3.129,39	181,89	18.485,48	231,23	45.767,08
Vías/Carreteras	-	-	-	-	12,45	120,52	94,86	1.394,45
Sin información	-	-	-	-	-	-	33,57	-
Total	1.548,18	202,13	1.548,18	5.017,71	1.548,18	31.860,31	1.548,18	60.873,33

*Se realizó solo el análisis de la cobertura de bosque, aun cuando esta clase estuvo acompañada de pastos y cultivos en las clases para las imágenes Landsat.

Figura 18. Gráfico de hectáreas de cobertura de bosque en la subcuenca de la Quebrada Yomasa en cada período de tiempo

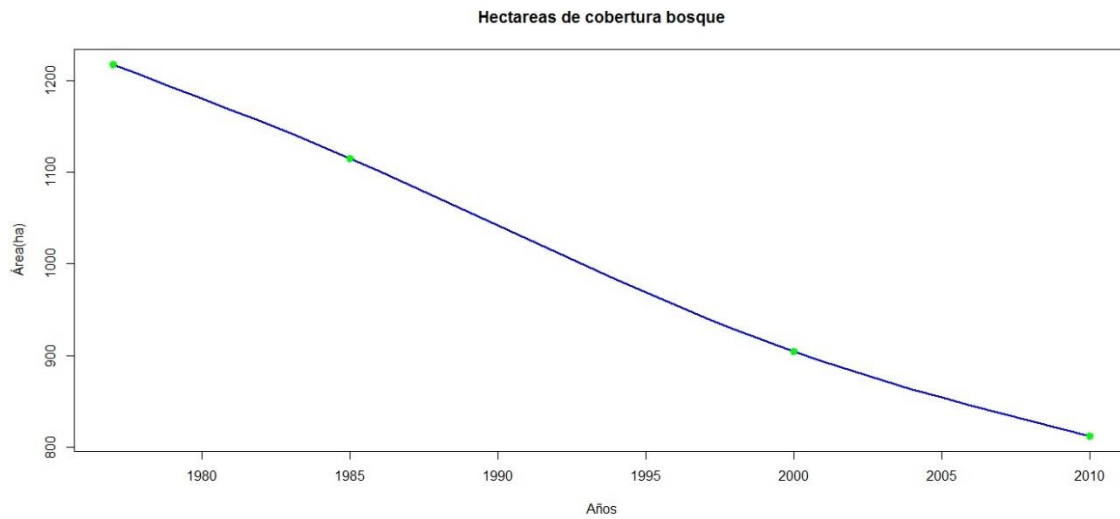
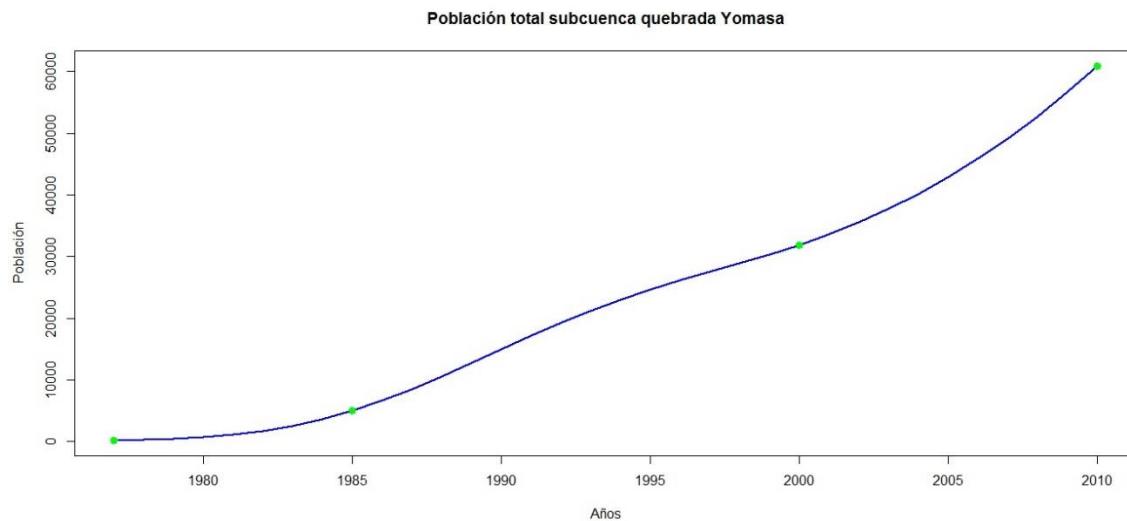


Figura 19. Gráfico de población total de la subcuenca de la Quebrada Yomasa en cada período de tiempo



Con el objetivo de obtener una mayor cantidad de datos para realizar la regresión lineal simple, en el software R Project se localizaron los puntos año a año (1977-2010) sobre cada gráfica

de la Figura 18 y la Figura 19, de tal forma que se obtuvieran 34 registros para cada variable, mediante la utilización de la función *spline*. El resultado corresponde a la Tabla 10.

Tabla 10. Información interpolada año a año (1977-2010)

Año	Área de bosque (ha)	Población	Densidad Poblacional
1977	1218,00	202,13	0,03
1978	1205,59	317,26	0,05
1979	1193,23	495,66	0,07
1980	1180,83	767,14	0,11
1981	1168,30	1170,71	0,18
1982	1155,58	1753,27	0,27
1983	1142,59	2564,64	0,40
1984	1129,26	3646,94	0,58
1985	1115,52	5017,71	0,82
1986	1101,35	6656,57	1,13
1987	1086,81	8527,75	1,52
1988	1072,02	10579,73	1,98
1989	1057,06	12746,38	2,53
1990	1042,02	14955,03	3,15
1991	1027,00	17135,35	3,82
1992	1012,07	19227,35	4,55
1993	997,30	21187,68	5,31
1994	982,78	22993,30	6,07
1995	968,58	24642,74	6,82
1996	954,75	26155,51	7,54
1997	941,35	27570,21	8,20
1998	928,45	28942,50	8,80
1999	916,09	30343,60	9,32
2000	904,33	31860,31	9,76
2001	893,20	33578,92	10,11
2002	882,64	35527,38	10,38
2003	872,59	37718,23	10,56
2004	863,00	40164,54	10,67
2005	853,79	42879,50	10,72
2006	844,91	45875,79	10,71
2007	836,31	49165,05	10,65
2008	827,94	52757,00	10,56
2009	819,74	56658,67	10,45
2010	811,66	60873,33	10,33

Posteriormente, se ejecutó el código creado para el cálculo de la regresión lineal simple y para el coeficiente de correlación R^2 , arrojando los resultados que se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Salida del procesamiento de datos realizado en R Project

Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	t	p-value	
(Intercept)	1,16E+03	8,20E+00	141,18	<2e-16	***
población	-6,90E-03	2,83E-04	-24,41	<2e-16	***
Multiple R-squared:	0.949,	Adjusted R-squared:	0.9474		
F-statistic:	595,8	on 1 and 32 DF,	p-value:	<2,2e-16	

De tal forma que,

$y = \text{hectárea de cobertura de bosque}$

$x = \text{población total de la subcuenca}$

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_p X_{pt} + \epsilon_t$$

$$\widehat{Y}_t = 1157 - 0.006897 X_{1t}$$

Para evaluar la significancia de β_1

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_a: \beta_1 \neq 0$$

La regla de decisión se define como:

$$|t| > 1,96 \rightarrow \text{Se rechaza } H_0$$

$$t = -24.41$$

Se rechaza H_0 , ello indica que la variable población tiene un efecto significativo sobre la variable cobertura de bosque

El análisis de supuestos se encuentra en el Anexo II.

7. Análisis de Resultados

7.1. Análisis del cambio multi-temporal de la cobertura

En el año 1977 se encontró que tan solo el 1,62% del total de área de la subcuenca lo que representaban 25,16 hectáreas, presentaba un cambio de uso de vegetación a construcciones, evidenciando los primeros asentamientos en la zona y que hoy podemos relacionar con la construcción de las principales vías que pasan por la subcuenca.

Para el siguiente período (1985) se observó un incremento de las áreas construidas en un 8,6%, llegando a 158,41 hectáreas, principalmente focalizado hacia el área donde ya encontrábamos uso urbano en 1977, y sobre todo hacia la parte baja donde se puede decir que se conectó la subcuenca con el crecimiento urbano desarrollado en la localidad de Usme en este período. También se pudo observar que la cantidad de bosque natural claramente diferenciado es tan solo del 18,91% de la subcuenca (292 hectáreas) que corresponden a la parte más alta de la subcuenca, donde nace la quebrada Yomasa y el resto de la subcuenca aunque también presenta espacios con bosques se observa un mosaico con otros tipos de vegetación.

En el año 2000 se observó un mayor incremento de las áreas construidas las cuales ahora tienen un 11,75% aunque el incremento parece bajo en comparación al período anterior, hay que tener en cuenta que en este caso al discriminar más unidades de la cobertura, lo que en las anteriores fechas se clasificaba como urbano/suburbano a partir de esta fecha se deben agrupar otras coberturas como parte de un grupo de afectaciones antrópicas al ecosistema de la subcuenca como lo son las vías o carreteras, los suelos descubiertos incluyendo las parcelas aradas y suelos húmedos, los cultivos y los pastos. Todas estas unidades de la cobertura suman un total del 41,56% de la subcuenca, dejando las unidades de la cobertura natural en tan solo un 58,43%

aproximadamente unas 904 hectáreas, en las cuales también se incluyen las áreas con árboles en medio del entorno urbano, los bosques naturales teniendo esto en cuenta se redujeron aún más aunque no se pueda especificar el porcentaje en lo que lo hicieron debido a la información espacial insuficiente durante ese período.

Las zonas con afectaciones antrópicas en el año 2010 suman un 47,57% aumentando en 10 años alrededor de 93 hectáreas, reduciendo los bosques naturales en un 6%. Los cuerpos de agua que se pudieron identificar en la imagen del 2000 durante este período fue difícil identificarlos probablemente debido a la eutrofización de las aguas llevando el agua a niveles espectrales altos pareciéndose más a coberturas herbáceas que cubren los suelos. Además se encontró una zona sin información debido a nubes aunque basados en la imagen anterior podemos inferir que son zonas con intervención antrópica. Esto coincide con lo afirmado por el investigador Germán Camargo (2006), quien señala que los usos emergentes han provocado un daño ambiental que afecta de manera general a toda la población de la región.

Los mapas de cobertura que se han generado permitieron analizar la tendencia de cambio que se dio en esta área. En la tabla No 9 se resumen los principales cambios de la cobertura año a año agrupando los cambios de uso de bosques naturales a usos agropecuarios (cultivos, pastos y parcelas aradas), los cambios de uso de bosques a construcciones (urbano/suburbano, vías/carreteras y suelos descubiertos) y los cambios de uso de usos agropecuarios a construcciones. Los cuerpos de agua identificados en el año 2000 se han sumado en este caso a bosques asumiendolos como áreas naturales finalmente afectadas por los cambios. Es evidente la dinámica de cambio de la cobertura de suelo en la zona de estudio y la tendencia de intervención antrópica a futuro en las zonas que aún no están pobladas. Las coberturas más afectadas fueron los bosques y el uso con mayor tendencia a crecimiento fue el urbano.

Tabla 9. Dinámica de cambio de la cobertura del suelo en el período 1977-2000

	Cambio de área en hectáreas			
	1977-1985	1985-2000	2000-2010	1977-2010
Bosques naturales a usos agropecuarios	274,26	93,90	27,80	258,48
Bosques naturales a construcciones	133,25	117,29	64,87	452,89
Usos agropecuarios a construcciones	-	93,55	109,32	275,70

La comparación período a período muestra un cambio permanente de la cobertura natural a la cobertura antrópica. Aunque no muestra una tendencia lineal esto debido en parte a diferencias en la calidad de las imágenes utilizadas, si permite determinar que las coberturas naturales pierden en promedio 22 hectáreas de cobertura al año tendiendo en su mayoría a ser reemplazadas por vías y edificaciones para poblamiento humano, lo que concuerda con lo afirmado con Bohórquez (2008), quien habla del aumento de las construcción de vivienda popular en los pedios de los cerros orientales.

7.2. Modelo superficial de población

Al relacionar la variable de cambio de las unidades de cobertura de suelo con la población en la subcuenca de la quebrada Yomasa, se nota que el tratamiento de la información poblacional no se podía representar constante para cada unidad administrativa. El modelo de población obtenido es un mapa dasimétrico el cual se obtuvo a partir de la información censal disponible en unidades de planificación (UPZ, UPR, Reserva) e información complementaria de áreas de homogeneidad relativa, esta información complementaria fue la capa de la cobertura de suelo obtenida a partir de la clasificación de imágenes satelitales, ya que es factible utilizar esta

información para delimitar zonas donde la población toma un valor uniforme y de cambios abruptos, es decir que el tipo de cobertura nos indica el porcentaje de ocupación de un área con respecto a otras y esto nos ayuda a obtener una representación de la población más cercana a la realidad. (Mennis, 2003, Sleeter, 2004)

El crecimiento poblacional en la subcuenca ha partido de un punto de concentración en la parte baja de la subcuenca como se observa en los mapas de 1977, el crecimiento se ha dado a partir de este punto de una forma radial avanzando hacia la parte más alta de la subcuenca. La parte más baja aunque no fue la primera en poblarse si se convirtió en una de las zonas de mayor densidad poblacional debido a que se conectó con el crecimiento poblacional de la localidad de Usme en su parte más baja. Las dos zonas que menor densidad poblacional fueron la parte más alta de la subcuenca y una parte intermedia, en donde al parecer la población no se ha establecido debido a limitantes naturales, sin embargo si se observa una gran intervención antrópica, existen aún pequeñas zonas de bosques naturales pero rodeadas de suelos descubiertos lo que en el futuro puede terminar facilitando la llegada de población marginal en busca de asentamiento.

Esto podría escalarse a la RFPBOB, donde la crítica situación de manejo y uso ha hecho evidente la ineficacia de las medidas tomadas y la fragilidad de los habitantes de estas zonas (Gómez, 2009).

A pesar de los grandes esfuerzos que hay para conservar y mantener las áreas protegidas acorde a sus objetivos de conservación, es difícil evitar la degradación de las mismas debido, posiblemente, a la existencia de propiedad privada dentro de muchas de ellas. Los propietarios generalmente, desconocen los usos de suelo permitidos en estos territorios induciendo así una reacción en cadena por parte de los demás propietarios y provocando una situación incontrolable para el Estado colombiano.

7.3. Análisis de lineamientos políticos a nivel nacional en relación a la ocupación de la RFPBOB

- **Período 1: 1960-1977**

Dos estrategias durante este período se consideran importantes en el marco de esta investigación, las cuales son la expansión de la industria edificadora y el fomento de la producción agropecuaria tecnificada, pues al generarse los lineamientos políticos para el crecimiento de edificaciones y el crecimiento de la agricultura, los pobladores comenzaron a ocupar en mayor medida los bordes urbanos por encontrar los espacios propicios donde desarrollar ambas tareas al mismo tiempo, la de construir edificaciones que tuvieran servicios públicos como los de las zonas urbanas y dedicarse a la agricultura. Adicionalmente, este período se enfoca en el desarrollo agrícola como medida para apalancar el crecimiento económico, objetivo principal de los planes de gobiernos de la época, lo que propició la ocupación de predios rurales y la adecuación de tierras para uso agrícola. Gracias a la UPAC se generó una gran cantidad de ahorro que jalonó la financiación de créditos a constructores y compradores de viviendas, lo que permitió desde el sector de la construcción apalancar otros sectores económicos por un período de aproximadamente 20 años.

- **Período 2: 1977-1985**

Con base en el DRI se aumentó la productividad, el ingreso real y el empleo para el sector rural. Con la inversión en infraestructura física, los pobladores rurales se convertían cada vez en personas que utilizaban elementos más tecnificados para la realización de las tareas agropecuarias, por lo que necesitaban en mayor proporción servicios públicos que se encontraban en las zonas urbanas, como el uso constante de energía eléctrica.

Al presentarse episodios de desplazamiento forzado por explotación de recursos naturales, la población rural, generalmente, migra hacia los grandes centros urbanos en busca de mejores condiciones de vida. Debido a esto las ciudades se densifican y área urbana crece hacia las zonas rurales limítrofes, como es el caso de la RFPBOB. Se invadieron varios ecosistemas con la explotación de recursos naturales. No se tienen cifras exactas del desplazamiento en el país, pues hasta 1985 se formalizó el Registro Único de Población Desplazada – RUPD-, aunque se tiene conocimiento de desplazamientos antes de esta fecha (Presidencia de la República de Colombia, 2013).

La construcción se convirtió en el sector impulsador de la economía nacional y la implementación del programa "vivienda sin cuota inicial" permitió dotar de vivienda a un importante número de colombianos de las clases populares, lo que iba en línea con la integración de desplazados en la ciudad y la expansión del borde urbano. Se legalizaron muchos asentamientos subnormales con el fin de eliminar la marginalidad existente y alcanzar un nivel adecuado en la calidad de vida.

- **Período 3: 1985-2000**

A causa de la implantación del nuevo modelo de apertura económica, el sector agrícola se obliga a ser más competitivo para entrar en los mercados internacionales. Al adecuarse tierras para el desarrollo y fortalecimiento de la infraestructura social, grandes áreas de suelo de expansión urbana dejan de considerarse como suelo rural y pasan a ser suelo urbano, disminuyendo las áreas con usos rurales alrededor de las ciudades.

Aunque se habló de tener un control de las migraciones y de los asentamientos humanos tanto legales como ilegales, el conflicto armado fue la constante en este período lo que ocasionó el

crecimiento desordenado de los grandes centro urbanos debido al incremento poblacional causado por la migración de la población rural a causa del fenómeno del desplazamiento y del enfoque social de los planes de los planes de desarrollo, pues los esfuerzos de los gobiernos se centraron en acabar con los grandes grupos armados. Según cifras de la Presidencia de la República de Colombia (2013), para este periodo de tiempo la cifra de desplazados empezó en 7.947 y para 1.996 se tenían 357.064 personas desplazadas en el país. Los dos años posteriores las cifras decayeron en casi un 50% y en 1.998 la cantidad de desplazados fue de 152.645. Para el año 2.000 ascendía a los 394.386 habitantes, cifra que doblaba la correspondiente al año anterior con 177.308 personas desplazadas en el país.

- **Período 4: 2001-2010**

Se planteó el uso de recursos bajo el enfoque de desarrollo sostenible y la protección de áreas de importancia ambiental, con el objetivo de salvaguardar ecosistemas estratégicos y de evitar su ocupación y degradación. No obstante, debido a la permanecía del conflicto armado, se continuó dejando de lado el sector social y más aún el ambiental, de tal forma que se llegó a momentos críticos en cuanto a crecimiento de población urbana y abandono del campo, por lo cual inevitablemente se presentó un crecimiento desordenado alrededor de las ciudades conformando anillos de miseria y barrios marginales. El área rural entonces, comenzó a considerarse como un elemento de alto valor paisajístico para la población urbana, quienes al verse abrumados por las aglomeraciones y congestión de las grandes ciudades no planeadas, migraron hacia los bordes urbanos donde tenían las comodidades y servicios públicos y a su vez el valor agregado del disfrute del paisaje, como es de la ocupación de los cerros hacia el norte de Bogotá.

7.4. Relación entre el cambio de la cobertura y población

A partir de los resultados obtenidos en la regresión lineal simple utilizando la herramienta R Project, la ecuación de regresión estimada es:

$$\widehat{Y}_t = 1157 - 0.006897X_{1t}$$

Donde

$y =$ hectárea de cobertura de bosque

$x =$ población total de la subcuenca

El valor -0.006897 en la pendiente indica la disminución en hectáreas de cobertura de bosque por persona ocupante de la subcuenca de la quebrada Yomasa, es decir, que por cada incremento en una persona la cobertura de bosque en el área de estudio disminuye 68.97 m² en un año.

A partir del análisis de los supuestos, se puede afirmar que el modelo es una aproximación a la relación funcional entre las variables.

Considerando el coeficiente de determinación $R^2 = 0.949$ se puede indicar que aproximadamente el 95% de las variaciones en el cambio de la cobertura de suelo de bosque se explicarían por variaciones en el cambio poblacional de la subcuenca.

En esta investigación se prefirió utilizar el modelo de regresión lineal y no el exponencial debido al que el comportamiento del crecimiento poblacional es exponencial y asumir que la disminución de las hectáreas de bosque en la subcuenca tiene el mismo patrón de comportamiento, significaría que al realizar el modelo de predicción, entre dos variables que se relacionan de manera exponencial, éstas tendrían una relación lineal. Además ante el reducido número de datos con los que se dispone, es preferible la utilización de modelos simples (López, Bocco & Mendoza, 2000).

8. Conclusiones

- El crecimiento poblacional que se presentó en el área de estudio en el período de tiempo analizado, se caracterizó por aglomeraciones y desarrollo de construcciones cerca de la ciudad, lo que provocó la expansión del borde urbano hacia los cerros orientales. La población creció exponencialmente, pasó de 202 a 60.873 habitantes, aumentando la participación de los usos urbanos, en un 13,31% dentro del suelo de la subcuenca en el período de tiempo 1960 – 2010.
- El coeficiente de determinación $R^2 = 0.949$ indica que aproximadamente el 95% de las variaciones en el cambio de la cobertura de suelo de bosque se explicarían por variaciones en el cambio poblacional de la subcuenca.
- En el año 2010 la población correspondía a 300 veces la población inicial, mientras que el bosque y los cultivos disminuyeron en un 37,34% para el mismo año.
- Se constató que el tiempo crítico de ocupación RFPBOB correspondió al período 3 (1985-2000), en el que la población aumentó más de un 500% y la unidad de cobertura de bosque y cultivos disminuyó acorde con el aumento de suelo urbano, el cual creció en 15% para el estudio de caso. Esto coincide temporalmente con el agravamiento del conflicto armado en el país y por lo tanto, con el desplazamiento forzado de la población rural hacia los grandes centros urbanos que en algunas casos conformaron anillos de miseria alrededor estos, pues es precisamente en la partes limítrofes de las ciudades donde los nuevos pobladores encontraron espacios propicios para desarrollar actividades rurales y al mismo tiempo tener los servicios que proveía la ciudad.
- No solo basta con la expedición de normatividad que exija la protección y preservación de determinadas áreas y ecosistemas, pues se evidencia que la RFPBOB aún después de haber

sido declarada como área protegida de orden nacional se ha degradado en gran medida y no se ha podido evitar ni controlar su ocupación, que en algunos casos ha sido legal. Es necesario una adecuada gestión y fortalecimiento de las entidades encargadas del cuidado y preservación de los recursos naturales y áreas de gran importancia ambiental en el país dado que las áreas protegidas son la mejor alternativa para la conservación del patrimonio natural nacional.

9. Recomendaciones

- Aplicar métodos cualitativos que relacionen los pobladores de la RFPBOB para conocer sus zonas de procedencia y analizar la causa de los procesos migratorios.
- Realizar la caracterización de viviendas y hogares mediante un censo poblacional y catastral, para obtener información precisa de la ocupación de la RFPBOB. Así mismo, estos resultados podrían ser utilizados en los instrumentos de planificación territorial y gestión del riesgo de desastres por inundación, incendios forestales y de fenómenos de remoción en masa a los que están expuestos los pobladores de la zona.
- Para la protección de la RFPBOB es necesaria la articulación de todas las entidades que tienen jurisdicción sobre la reserva, de tal forma, que se controle la ocupación del área protegida y la conservación como reserva nacional y estructura ecológica de la ciudad.
- Esta investigación se podría utilizar para el diagnóstico de causas de ocupación de áreas protegidas principalmente alrededor de las ciudades, con lo cual se obtendrían lineamientos de formulación de planes y proyectos para la intervención y el manejo de estos territorios con objetivos de preservación y conservación de recursos naturales en el marco del desarrollo sustentable.
- Replicar la metodología utilizada en esta investigación en otras zonas declaradas como áreas protegidas en donde se presenten procesos de ocupación para analizar cómo ha sido el cambio la cobertura de suelo a través de un periodo de tiempo determinado.

10. Referencias

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2006). Decreto No. 122

Alcaldía Mayor de Bogotá - DAPD (2000) Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá.

Ascher, W. (1999). *Resolving the hidden differences among perspectives on sustainable development*. Policy Sciences.

Arias, L. & Duque, M. (1992) *La cuenca hidrográfica como una unidad de análisis y planificación territorial*. Medellín: Tesis (Economista Agrícola). Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Humanas.

Ayuntamiento de Abades. Glosario de Términos Urbanísticos [en línea]. (Sin fecha). España. Recuperado el 13 de junio de 2016 en: http://www.abades.es/normas_urbanisticas/normativa/capitulo_3.pdf

Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones. 10a Reimpresión 1995. México DF: Fondo de Cultura Económica, 2693-2702.

Bohórquez, I. (2008). *La política pública para los cerros orientales de Bogotá: Una revisión en perspectiva y comentada*. Bogotá, D.C: territorios.

Camargo, G. (2006). *Cerros, desarrollo urbano y políticas públicas en Colombia*. Revista Pretil. Bogotá, D.C: Edición Especial “Ambientar la ciudad”. Universidad Piloto de Colombia.

Castaño-Villa, J. (2006). *Áreas protegidas, criterios para su selección y problemáticas en su conservación*. Boletín Científico-Museo de Historia Natural, 10, 79-101.

Castro, C. (2012). *Proceso de ocupación y conflicto. Nativos, españoles y globalización. Caso de los municipios Pasca, Arbeláez, San Bernardo y Fusagasugá (1959 – 2005)*. Bogotá, D.C.

Carta de la Tierra (2000). *Documento de la Carta de la Tierra*. San José, Costa Rica: Secretaría Internacional de la Carta de la Tierra.

Cárdenas, L. (1998). *Definición de un marco teórico para comprender el concepto del desarrollo sustentable*. Revista INVI, 13(33).

- Carrillo, M. (2011). *La dinámica de crecimiento del borde urbano sobre los Cerros Orientales de Bogotá. Posibilidades de gestión de ciudad en zonas de ladera*. Bogotá, D.C: Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.
- Chirivi, E., García, D. & Montoya, V. (2010). Escasez de suelo y precios de la vivienda en Colombia. Informe económico. Editor: Néstor Preciado.
- Chuvieco, E. (2002). Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio (No. G70. 4. C58 2002).
- Cinnotta, P., Wisniewski, J. & Engelman, R. (2000). *Human population density in the biodiversity hotspots*. Nature, 404: 990-992
- Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo - CCAD. (2003). *Estado del Sistema Centroamericano de Áreas Protegidas: Síntesis Regional. Congreso Mesoamericano de Áreas Protegidas*. Managua, Nicaragua, 10 –14 de marzo 2003. 33p.
- Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo - CMMAD. (1987). *Nuestro Futuro Común*.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - CONABIO (2006). *Capital natural y bienestar social*. Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- Congreso de la República de Colombia (1997). Ley 388.
- Contraloría de Bogotá. (2006). Plan anual de estudios - PAE. *Asegurar el futuro de los Cerros Orientales de Bogotá*. Dirección sector recursos naturales y medio ambiente subdirección de análisis sectorial. Bogotá, D.C.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. (2006). *Plan de Manejo Ambiental los Cerros Orientales de Bogotá D.C. Patrimonio Cultural y Ambiental del Distrito Capital, la región y el país*. Bogotá, D.C.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. (2006). Resolución No. 1141.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC. (1995). *Procedimientos Metodológicos de Planificación en Cuencas Hidrográficas*. Santiago de Cali: CVC.

- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas – DANE. (2007). *Encuesta de calidad de vida de Bogotá 2007. Cuadro 40 Viviendas, hogares y personas, según localidad.*
- Dos Santos, P. (2011). *Marco teórico-metodológico de los estudios del paisaje: Perspectivas de aplicación en la planificación del turismo. Estudios y perspectivas en turismo, 20(3), 522-541.*
- Dourojeanni, A., Jouravlev, A. & Chávez, G. (2002). *Gestión del Agua a Nivel de Cuencas: Teoría y Práctica.* Santiago de Chile: División de Recursos Naturales e Infraestructura.
- Dourojeanni, A. (1994). *La gestión del agua y las cuencas en América Latina.* Revista de la CEPAL No. 53.
- Dourojeanni, A. (1993). *Evolución de la gestión integral de cuencas en América Latina y el Caribe.* Chile
- Dudley, N. (2007). *Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas.* IUCN.
- EnviroAtlas. (2013). *Dasymetric Allocation of Population.* 2 de junio de 2014, de Data fact sheets Sitio web: <http://enviroatlas.epa.gov/enviroatlas/DataFactSheets/pdf/ESN/Dasymetricallocationofpopulation.pdf>
- Fernández de Tejada, A. (1994). *La definición de Espacios Naturales.* Revista Estratos, (31).
- Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico.* ONU: División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos CEPAL.
- García, W. (2002). *Planificación de Cuencas Hidrográficas bajo la perspectiva de los sistemas complejos.* Medellín: Tesis Posgrado (Especialista en Gestión Agroambiental). Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Humanas.
- García, W. (2006) *El Sistema Complejo de la Cuenca Hidrográfica.*
- Gómez, D. (2009). *Conflictos entre los Derechos a la Propiedad y el Medio Ambiente en los Cerros Orientales de Bogotá y la Inseguridad Jurídica.* Bogotá, D.C: Revista Digital de Derecho Administrativo.

- Gómez, D. (1994). *Ordenación del territorio. Una aproximación desde el medio físico*. Serie Ingeniería Ambiental.
- González L. de G. (1999). Reflexiones acerca de la relación entre los conceptos: ecosistema, cultura y desarrollo (No. Doc. 22644) CO-BAC, Bogotá).
- Helweg, O. (1992). *Recursos Hidráulicos: planeación y administración*. México: Limua – Grupo Noriega Editores.
- Hoyt, H. (1939). *The structure and growth of residential neighborhoods in American cities*.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – INDERENA (1976). Acuerdo 30
- IUCN. (1994). *Guidelines for Protected Area Management Categories*. IUCN, Cambridge, UK and Gland, Switzerland.
- Jiménez, C. (1980). *Crecimiento urbano de Bogotá DE 1890-1980*. Bogotá: Departamento Administrativo de Planeación Distrital.
- Jouravlev, A. (2001). *Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del siglo XXI*. Santiago de Chile: Naciones Unidas / CEPAL. 77 p. (Serie de Recursos Naturales e Infraestructura 27).
- Liu, J., Daily, G., Ehtlich, P. & Luck, G. (2003). *Effects of household dynamics on resource consumption and biodiversity*. Nature, 421: 530-533.
- López, E., Bocco, G., Mendoza, M., & Duhau, E. (2001). Predicción del cambio de cobertura y uso del suelo en la periferia urbana. Un caso en la Ciudad de Morelia.
- López, H., & Plata, W. (2009). Análisis de los cambios de cobertura de suelo derivados de la *expansión urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2000*. Investigaciones geográficas, (68), 85-101.
- Maas, M. (2005). *Principios Generales sobre Manejo de Ecosistemas*. Morelia, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM. Versión on-line en www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/395/maass.html?id_pub=395 consultada en septiembre de 2014.

- Maldonado, M. (2005). *¿Son posibles las áreas protegidas alrededor de las grandes ciudades? A propósito de los cerros orientales de Bogotá*. Región, ciudad y áreas protegidas, 1-31.
- Martí, C., & Fusalba, P. (2012). *Cambios recientes en el paisaje litoral de la Costa Brava*. Documents d'anàlisi geogràfica, 58(2), 239-264.
- McKinney, L., (2002). *Effects of national conservation spending and amount of protected area on species threat rates*. Conservation Biology, 16(2): 539-543.
- Mebratu, D. (1998). *Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review*. Environmental impact assessment review, 18(6), 493-520.
- Nadal, E. (1993). *Introducción al análisis de la Planificación Hidrológica*. Madrid: MPOT.
- Mennis, J. (2003) *Generating Surface Models of population using dasymetric mapping*. The professional Geographer, 55 (1):31-42.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2005). Resolución No. 463
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2005). Resolución No. 519
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2005). Resolución No. 1582
- Presidencia de la República de Colombia. (2013). *Informe Nacional de Desplazamiento Forzado en Colombia 1985 a 2012*. Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas. Bogotá, D.C.
- Organización de los Estados Americanos - OEA. (1978). *Calidad ambiental y desarrollo de cuencas hidrográficas: un modelo para planificación y análisis integrados*. Washington: Secretaría General de la OEA.
- Organización de las Naciones Unidas – ONU. (1992). *Ambiente y el Desarrollo. DR sobre el Medio - Brasil*: Río de Janeiro
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. (2003). *Diagnóstico Regional de las áreas protegidas de América Latina 1992 - 2003. Documento de Trabajo*. Santiago de Chile: Red Latinoamericana de Parques Nacionales y Otras Áreas Protegidas, Flora y Fauna Silvestres.

- Reilly, J. (1931). *The law of retail gravitation*.
- Rodríguez, F. (2011). *Metodología para detectar cambios en el uso de la tierra utilizando los principios de la clasificación orientada a objetos, estudio de caso piedemonte de Villavicencio, Meta*. Doctoral dissertation: Universidad Nacional de Colombia.
- Santana, M., y Salas, J. (2007). *Análisis de cambios en la ocupación del suelo ocurridos en sabanas de Colombia entre 1987 y 2001, usando imágenes Landsat*. Asociación de Geógrafos Españoles.
- Sleeter, R. (2004). *Dasymetric mapping techniques for the San Francisco Bay region, California*. In *Urban and regional information systems association annual conference proceedings* (pp. 7-10).
- Sociedad Geográfica Colombiana (2000). *Plan de ordenamiento territorial-cuenca alta del río Bogotá*. Capítulo 6 componente urbano. Población y área urbana.
- Stoll, A. (2007). *Hemerobia: una medida para evaluar el estado de conservación de comunidades vegetales nativas*. *Chloris Chilensis*, 10(2).
- Suárez, R., Santos, D. y Dorta, P. (2008). *Generación de un modelo superficial de la población de Gran Canaria*. En: Hernández, L. y Parreño, J. M. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial*. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria. Pp. 183-193. ISBN: 978-84-96971-53-0.
- Tolón, A. & Ramírez, M^a D. (2002). *El Parque Natural de Sierra María Los Vélez Almería, bases para un Desarrollo Sostenible*. Instituto de Estudios Almerienses.
- Tolón A. & Lasa X. (2008). *Los espacios naturales protegidos. Concepto, evolución y situación actual en España*. M+ A. Revista Electrónica de Medioambiente, (5), 1-25.
- Toro, A. (2011). *Risaralda visión 2032 "Un modelo de ocupación territorial (MOT)"*. Trabajo conjunto con funcionarios de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda, Área Metropolitana de Centro Occidente, Universidad Tecnológica de Pereira, Alcaldía de Pereira y Gobernación de Risaralda.
- Unesco. (2001), Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural. Pág. 4.

- Varela, E. (1992). *Planificación–Acción en Cuencas Hidrográficas: un enfoque empírico desestructurado o estructurante*. Medellín: Seminario Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas. AINSA.
- Vásquez, J. (2009). *La protección del paisaje y los paisajes protegidos. Caminos virtuosos para la construcción social del territorio*.
- Vásquez, G. (1997). *Consideraciones ambientales para la planificación de cuencas hidrográficas en áreas de influencia cafetera en Colombia*. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente* 12: 79–88.
- Von Thünen, J. H. (1966). *Von Thünen's Isolated State: An English Version of Der Isolierte Staat...* Pergamon Press.
- Weber, A., & Pick, G. (1909). *Über den standort der industrien*. JCB Mohr

ANEXOS

Anexo I. Registro fotográfico



Subcuenca de la quebrada Yomasa. Localidad de Usme, Bogotá, D.C. Fecha:
Agosto de 2014



Subcuenca de la quebrada Yomasa. Localidad de Usme, Bogotá, D.C. Fecha:
Agosto de 2014



Vista hacia el agroparque Los Soches, desde la parte sur de la subcuenca de la quebrada Yomasa. Fecha: Agosto de 2014



Quebrada Yomasa, parte urbana. UPZ Gran Yomasa. Fecha: Agosto de 2014

Anexo II. Análisis de los supuestos del modelo de regresión lineal simple

- Prueba de heterocedasticidad:

```
studentized Breusch-Pagan test  
data: reg  
BP = 2.5688, df = 1, p-value = 0.109
```

Con un nivel de significancia del 5% no se rechaza la hipótesis nula, por lo que se puede concluir que la varianza de los residuales del modelo es constante.

- Prueba de autocorrelacion

```
Durbin-watson test  
data: reg  
DW = 0.081864, p-value < 2.2e-16  
alternative hypothesis: true autocorrelation is not 0
```

Con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula, por lo que se puede concluir que existe un problema de autocorrelación en el modelo. Prueba de normalidad sobre los residuales

```
Jarque Bera Test  
data: reg$res  
X-squared = 6.1205, df = 2, p-value = 0.04688
```

Con un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis nula, por lo que se puede concluir que los residuales del modelo no siguen una distribución normal.