

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSOLIDACIÓN DE UN CORREDOR
ECOLÓGICO ENTRE LAS ÁREAS PROTEGIDAS MUNICIPALES: CASO DEL
CORREDOR DEL OSO ANDINO Y ÁREA DE PROTECCIÓN DE HUMEDALES CERRO
PUNTAS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA GEÓGRAFA
EN GESTIÓN AMBIENTAL

ANDREA MONSERRATTE MINANGO ATAPUMA

DIRECTOR: ING. SANTIAGO MENA

QUITO, NOVIEMBRE 2016

DEDICATORIA

Por el ser humano integral que pretendo ser, profesional y social y ambientalmente responsable que aspira a ser parte de la naturaleza y no estar por encima de ella.

A mis padres, quienes pueden no ser perfectos pero han puesto realmente todo su esfuerzo en la crianza de sus tres hijos y por todo su apoyo. A mi madre, quien me impulsó, impulsa e impulsará a seguir mis sueños por muchos obstáculos que estos tengan. A mi padre por su paciencia y perseverancia. A mis hermanos, mi hermana menor que aunque no lo crea ha sido un actor importante en el desarrollo de mi vida, mi alegría, mi pequeña gran persona que me ha enseñado más de lo que se imagina.

Y por supuesto, dedicado a las personas que se puedan servir del trabajo realizado en la presente disertación, esperando contribuir de alguna forma en la protección ecológica.

AGRADECIMIENTO

Al universo que me hizo parte de este tiempo y lugar, a la vida que me llena de momentos y personas maravillosas. A mis profesores quienes me enseñaron lo maravilloso de la geografía y afinaron esos sentidos dormidos de contemplación y análisis de lo que nos rodea.

A mis padres, sin ellos nada de esto sería posible, gracias por todo su apoyo, sus palabras y sus acciones han ido formando el ser humano que soy ahora.

Gracias a cada una de las personas que me apoyó en la realización de mi tesis, por cada consejo, por cada reprimenda que me impulsó a ver finalizado la presente disertación.

TABLA DE CONTENIDO

ANTECEDENTES	1
JUSTIFICACIÓN	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
OBJETIVOS	6
a) Objetivo General	6
b) Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO I	7
1.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	7
1.2 MARCO REFERENCIAL	9
1.2.1 MARCO TEÓRICO	9
1.2.2 MARCO CONCEPTUAL	13
CAPÍTULO II	16
2.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	16
2.2 CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA	18
2.2.1 Cobertura vegetal	18
2.2.2 Bosques y vegetación protectora	20
2.2.3 Estudios de flora y fauna	21
2.2.4 Recursos hídricos	23
2.3 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA	24
2.3.1 Estructura Social	24
2.3.2 Tenencia de tierras	25
2.3.3 Actividades económicas	26
2.3.4 Extracción recursos no renovables	26
2.4 USO DEL SUELO EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	26
2.5 GESTIÓN MUNICIPAL EN LAS ÁREAS DE PROTECCIÓN ECOLÓGICA	27
CAPÍTULO III	28
3.1 DETERMINACIÓN DE LA RESTRICCIÓN DE USO	28
3.2 ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE CONEXIÓN	31
3.2.1 Factor Restricción de uso	31
3.2.2 Factor Superficie	34
3.2.3 Análisis del Factor de Restricción de uso vs Factor Superficie	37
3.2.4 Factor Ordenamiento Territorial	40
3.3 RESULTADOS	50
3.3.1 Caracterización del corredor ecológico que promueve movilidad de especies	50
3.3.2 Caracterización del corredor ecológico que promueve mayor conservación ecosistema Arbustal seco interandino	51
CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	54
ANEXOS	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

LISTA DE ACRÓNIMOS

ACUS: Áreas de Conservación y Uso Sustentable.

AIER: Áreas de Intervención Especial y Recuperación.

APH: Área de Protección de Humedales.

BPA: Buenas Prácticas Agrícolas.

CDB: Convenio de Diversidad Biológica.

CI: Conservación Internacional.

DMQ: Distrito Metropolitano de Quito.

ha: hectáreas.

hab/ha: habitantes por hectárea.

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

km²: kilómetros cuadrados.

MAE: Ministerio de Ambiente del Ecuador.

MDMQ: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

MECN: Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales.

msnm: metros sobre el nivel del mar.

PANE: Patrimonio de Áreas Naturales del Estado.

PEA: Población Económicamente Activa.

PIB: Producto Interno Bruto.

PUOS: Plan de Uso y Ocupación del Suelo.

SMANP: Sistema Metropolitano de Áreas Naturales Protegidas.

SNAP: Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

TULAS: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente.

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

RESUMEN

El Distrito Metropolitano de Quito dispone de una gran variedad de ecosistemas, cada uno con su flora y fauna característica, para la cual se ha visto un esfuerzo de conservación y preservación ecológica por parte del Municipio con la instauración del Sistema Municipal de Áreas Naturales Protegidas, pero son “islas” de conservación dispersas en todo el distrito. Razón por la cual, es necesario un establecimiento de políticas de conservación que permita dar funcionalidad a estas áreas naturales protegidas otorgando el suficiente espacio para soportar poblaciones viables y permitiendo el intercambio genético entre poblaciones de un parche de vegetación a otro. De otra forma, estos remanentes de vegetación se irían perdiendo conforme se desarrolle la urbe. La fragmentación y el aislamiento de estos parches que quedan de hábitat conducirían a una pérdida de la biodiversidad.

Este estudio propone el análisis de posibles escenarios de corredor ecológico como mecanismo de conectividad biológica entre los ecosistemas de bosque húmedo del noroccidente con los ecosistemas de bosque seco del oriente del DMQ utilizando la vegetación remanente en las quebradas que se encuentran a lo largo del distrito.

Se analizan dos criterios para la formación del corredor, el primero es la movilidad, es decir se selecciona el corredor ecológico más directo entre el Corredor del Oso Andino al noroccidente y el Área de Protección de Humedales Cerro Puntas al oriente del DMQ, y el segundo es la selección de un escenario de corredor ecológico que abarque una mayor área rescatando mayor cobertura vegetal perteneciente al ecosistema arbustivo seco interandino resguardado en las quebradas.

La selección de los escenarios de corredor ecológico se la realiza bajo un esquema híbrido de análisis, a partir de una evaluación estadística simple y con la aplicación de análisis espacial multicriterio, con los cuales se determina bajo factores de decisión ambientales, sociales y político-administrativos los mejores escenarios de corredor ecológico que conecten el Corredor del Oso Andino y el Área de Protección de Humedales Cerro Puntas.

Palabras clave: corredor ecológico, Corredor del Oso Andino, Cerro Puntas, Distrito Metropolitano de Quito.

ABSTRACT

The Metropolitan District of Quito has a diversity of ecosystems, each one with their species of flora and fauna characteristic, for which there has been an effort of conservation and ecological preservation by the municipality with the establishment of the Municipal System of Protected Natural Areas, but are "islands" of scattered conservation throughout the district for which it is necessary to establish conservation policies which would confer functionality to these protected natural areas providing enough space to support viable populations and allowing genetic exchange between populations of a patch of vegetation to another. Otherwise, these remnants of vegetation would disappear with the city develops. The fragmentation and isolation of these remaining habitat patches lead to a loss of biodiversity.

This study proposes the analysis of possible scenarios of ecological corridor as a mechanism of biological connectivity between ecosystems of rainforest in the northwest with ecosystems of dry forest of eastern of the DMQ using the remaining natural vegetation in the ravines found throughout the district.

Two criteria for the formation of the corridor are analyzed, the first is mobility. The most direct ecological corridor is selected from the Corridor Andean Bear to the northwest and the Area of Protection of Wetlands "Cerro Puntas" to the east of the DMQ. The second one is the choice of a scene of ecological corridor covering more area that recover a big area of inter-Andean dry shrub ecosystem sheltered in the ravines.

The selection of scenarios ecological corridor was based in a hybrid scheme of analysis, with a simple statistical evaluation and the implementation of multicriteria spatial analysis, which is determined by environmental, social and political-administrative factors to choose the best scenarios of ecological corridor to link the Andean Bear corridor with Wetlands Protection Area "Cerro Puntas".

Key words: ecological corridor, Andean bear Ecological Corridor, Cerro Puntas, Metropolitan District of Quito.

ANTECEDENTES

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) cuenta con un excepcional relieve y una gran diversidad climática que va desde zonas tropicales al noroccidente, zonas áridas en el valle del río Guayllabamba en la parte interandina, bosques nublados, hasta las zonas de páramo y nieve a lo largo del callejón interandino (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2016). Esta gran variedad de ecosistemas posee características distintivas y a su vez diversidad de especies de flora y fauna inherentes a los mismos.

La superficie total del distrito es de 423.653,52 hectáreas (ha), de la cual menos del 10% corresponde a zonas urbanas y el 90% restante pertenece a cultivos y zonas boscosas (MDMQ, 2013). Considerando que las decisiones que se toman en las zonas urbanas del distrito tienen un efecto profundo en toda su periferia agrícola y silvestre, es necesario el interés político por la conservación del ambiente y la preservación de la biodiversidad.

En este ámbito, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMQ), en aplicación de los Planes Metropolitanos de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012-2022, a través de la Secretaría de Ambiente, impulsa la consolidación del Sistema Metropolitano de Áreas Naturales Protegidas y Corredores Ecológicos (SMANP) como uno de los mecanismos de protección y conservación de la amplia gama de ecosistemas naturales presentes en el territorio y que abarcan una superficie de 139.216,72 ha (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2016).

El SMANP constituye un “modelo territorialmente consolidado y adaptativo que se sustenta en una coordinación y cooperación territorial y ambiental con todos los niveles de gobierno, organizaciones de la sociedad civil, comunidades, propietarios privados e instituciones académicas, con el fin de garantizar la representatividad, la conectividad y la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas, para promover el uso sostenible de los recursos y afianzar modelos de desarrollo local para las personas que habitan en el territorio” (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2016).

Hasta el año 2016, se han declarado tres áreas protegidas con la categoría de manejo de Áreas de Conservación y Uso Sustentable (ACUS), que son las microcuencas de los ríos Mashpi, Guaycuyacu, Sahuangal, el Sistema Hídrico y Patrimonio Arqueológico Pachijal y Yunguilla. Otras categorías de conservación son las del Corredor Ecológico del Oso Andino en las parroquias de Pacto, Gualala, Nanegalito, Nono, Nanegal, Calacalí, San José de Minas, al Nor-Occidente del DMQ y el Área de Protección de Humedales Cerro Las Puntas, en las parroquias de El Quinche, Checa, Yaruquí y Pifo al Oriente del Distrito (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2016).

El problema es que son bosques altamente fragmentados que a lo largo del tiempo han atravesado por un proceso de pérdida de conectividad, por lo que es fundamental una propuesta que logre conectar la zona

alta con la zona baja de las cuencas y logre unir éstas áreas protegidas municipales de occidente y oriente, mediante la presencia de una franja o como la propuesta lo indica, un corredor ecológico, que pueda permitir que las especies migren hacia los distintos pisos climáticos garantizando el intercambio genético y energético a través de una mayor extensión geográfica, y por lo tanto fortaleciendo la funcionalidad de los procesos ecológicos a múltiples escalas espaciales y temporales.

JUSTIFICACIÓN

El Ecuador es considerado como un país mega diverso según Conservación Internacional (CI), debido a la riqueza de especies que alberga en sus distintitos ecosistemas, esto gracias a una combinación entre “ubicación geográfica, características geológicas y topográficas, climáticas, de precipitación y temperatura, factores biológicos y evolutivos, que han brindado a nuestro país una altísima diversidad biológica” conocida también como mega biodiversidad (Ministerio de Turismo, 2014).

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) no se encuentra atrás, ubicado en el centro norte de la provincia de Pichincha, con una particular posición geográfica y conformación biofísica de su territorio irregular que han determinado la presencia de una variedad de climas y microclimas con rangos altitudinales que van desde los 490 metros sobre el nivel del mar (msnm) en las parroquias del subtrópico como Pacto y Gualea, hasta los 4.950 msnm en la cima del Sincholhua (MDMQ, 2015; MDMQ, 2011a).

“El DMQ está localizado en un territorio lleno de contrastes, con una riqueza ecológica y paisajística única en la región y una diversidad importante de recursos naturales, pisos climáticos y ecosistemas” (MDMQ, 2011b). Todas estas condiciones descritas generan un espacio biodiverso, donde se albergan distintos tipos de ecosistemas en todo el distrito, con 1.899 especies de flora y 1.384 especies de fauna (MDMQ, 2011b).

En el DMQ se encuentran dos reservas catalogadas dentro del sistema de áreas protegidas del Patrimonio Ambiental y Natural del Estado (PANE), la Reserva Geobotánica del Pululahua y la Reserva Ecológica Cayambe-Coca. Adicionalmente, en el distrito también se encuentra instaurado un sistema metropolitano de áreas protegidas que es un subsistema integrante del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), y que actualmente está conformado por tres Áreas de Conservación y Uso Sustentable (ACUS), dos Áreas de Intervención Especial y Recuperación (AIER) y dos Corredores biológicos, además de los bosques protectores, muchos de ellos privados, abarcando en total un área de conservación de 228.391,72 ha en todo el distrito metropolitano (MDMQ, 2015b; Secretaría de Ambiente del DMQ, 2014) (*Ver Mapa 1*).

En la actualidad, la efectividad de los espacios o áreas naturales protegidas se ve reducida debido a factores tales como la insuficiente conectividad a todas las escalas, la falta de planes de manejo o una falta de financiación. Además, la superficie de los espacios naturales protegidos generalmente es demasiado

limitada para albergar ecosistemas funcionales de un tamaño suficiente como para cumplir con el objetivo de la conservación de la diversidad biológica, especialmente en un escenario de cambio climático en el que las especies se verán obligadas a realizar migraciones altitudinales y latitudinales para poder asegurar la continuidad de sus poblaciones (Sobaler y Fornieles, 2014).

Para permitir la eficiencia en el movimiento de las poblaciones de un lugar a otro, es necesario encontrar vías lo menos fragmentadas posibles y lo más similares al ecosistema matriz del que proceden (Sobaler y Fornieles, 2014); pero la expansión urbana y el avance de la frontera agrícola han ido modificando el espacio, fragmentando los hábitats, que muchas veces se pierden y aumentan el aislamiento de las poblaciones de fauna y flora en fracciones menores y más vulnerables, causando extinción de las especies; de modo que éstas dos alteraciones del espacio son considerados como las principales amenazas contra la diversidad biológica (Sobaler y Fornieles, 2014); por esta razón, la instauración de corredores ecológicos es una opción cada vez más usada debido a que ayuda a cumplir con los objetivos de conservación de una forma viable y eficaz, puesto que no implica grandes demandas de superficie sino dar continuidad y coherencia territorial a los esfuerzos de creación de áreas protegidas de diferentes escalas que ya existen (García y Abad, 2014).

En el Distrito Metropolitano de Quito existe esta demanda territorial creciente, según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) desde el año 1950, “la población del DMQ se ha multiplicado siete veces hasta alcanzar 2.239.191 habitantes en el año 2010, que representa el 86,9% de la provincia de Pichincha y el 15,5% de la población nacional” (MDMQ, 2011a), mostrando una dinámica superior del crecimiento de las parroquias periféricas respecto a la estructura urbana consolidada.

Actualmente, el DMQ cuenta con 65 parroquias, 33 de ellas rurales y 32 urbanas. Las parroquias rurales en sí, constituyen un territorio con características propias, formas de asentamiento dispersas, y actividades productivas ligadas a los sectores primarios y secundarios. Mientras que las parroquias urbanas, presentan diferencias en relación con la consolidación, tipologías de servicios, conectividad y equipamientos (MDMQ, 2011a).

El Municipio del DMQ se ha esforzado por mantener dentro de su política, la conservación y preservación ecológica, a pesar de la continua expansión urbana y rural. Para minimizar los efectos negativos de la intervención antrópica en las dinámicas del paisaje natural, el DMQ ha implementado ejes estratégicos en el Plan Metropolitano de Desarrollo del DMQ, como el de Quito Verde, que trata de convertir a Quito en un Distrito sustentable, preservando, manteniendo y protegiendo el patrimonio natural, mejorando la calidad ambiental y contribuyendo a la mitigación de los efectos del cambio climático (MDMQ, 2011a).

Se evidencia un compromiso político por parte del Municipio de promover la sustentabilidad ambiental del territorio para garantizar los servicios ecosistémicos del patrimonio natural, por lo que se ha propuesto

un análisis de factibilidad para consolidar un corredor ecológico, que busca no solamente rescatar los remanentes de vegetación natural dentro del DMQ sino a su vez interconectarlos con áreas protegidas municipales aisladas como la del Corredor Ecológico del Oso Andino y el Área de Protección de humedales (APH) del Cerro Puntas fortaleciendo la gestión de la Secretaría de Ambiente del DMQ de salvaguardar este patrimonio natural, desde un punto de vista no solamente basado en el ordenamiento territorial sino también a partir de la gestión de los recursos naturales, incluyendo la participación social, debido a que también se analizó la cooperación social, es decir que tan dispuestos están los actores sociales cuyos territorios se vean contemplados dentro de esta propuesta de corredor ecológico a conservarlos.

La intención es promover la recuperación de ecosistemas y el uso sustentable del patrimonio natural del DMQ, así como complementar el subsistema distrital de áreas protegidas con el fin de contrarrestar la fragmentación y aislamiento de los hábitats.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los ecosistemas brindan servicios que van desde la formación del suelo, la regulación del agua, almacenamiento de carbono, aprovisionamiento de recursos, entre muchos otros (UNESCO, 2010). Pero la deforestación, la destrucción de los ecosistemas, la fragmentación, el aislamiento, la sobreexplotación de recursos, la introducción de especies, la contaminación y el cambio climático amenazan a la biodiversidad, reduciendo o cambiando esos servicios ecológicos (Gurrutxaga, 2004).

En las últimas décadas, estos procesos de degradación ecológica se han acelerado e intensificado drásticamente como consecuencia de rápidos y severos cambios en el uso del suelo asociado al crecimiento demográfico y el desarrollo tecnológico, lo cual ha ocasionado una sobreexplotación de los recursos naturales (Gurrutxaga, 2004).

Conforme la humanidad se expande, la cobertura natural va seccionándose hasta quedar reducida en remanentes de vegetación dispersos dentro de una matriz de espacios alterados por el ser humano. En este paisaje fragmentado, los organismos son incapaces de acceder a sus lugares de alimentación, refugio o cría. El aislamiento entre estos parches de vegetación aumenta cada vez más conforme la población se asienta a su alrededor, modificando el entorno (Gurrutxaga, 2004).

Lo que sucede a continuación depende del tamaño de los remanentes de hábitats silvestres. En los remanentes de vegetación natural que son demasiado pequeños, son incapaces de mantener una población viable de organismos vivos por lo que éstos tienden a desaparecer, y con cada población que se va, la especie pierde una fracción de su variación genética, perdiendo así una pieza clave de su biodiversidad (Gurrutxaga, 2004; García y Abad, 2014).

En los remanentes grandes, con suficiente espacio para soportar poblaciones viables, éstas sobreviven pero al estar aislados su reproducción se realiza dentro de reducidos grupos y cada vez más emparentados, lo que a largo plazo lleva a la degeneración genética de la especie, haciéndola más vulnerable a los cambios ambientales y a enfermedades (Gurrutxaga, 2004; García y Abad, 2014).

Los procesos de reducción, división espacial y creciente aislamiento de hábitats se asocian con la disminución en la abundancia, la distribución y la viabilidad de las poblaciones de especies estrechamente ligadas a los ecosistemas que los sufren, y pueden llevar a la extinción local, regional o global de especies (Gurrutxaga, 2004).

La sensibilidad de los organismos a la fragmentación no depende sólo de su grado de especialización de hábitat y de sus requerimientos ecológicos, sino también de la movilidad de la especie a través del paisaje (Gurrutxaga, 2004).

Una solución a este problema de fragmentación y aislamiento es conectar los remanentes de vegetación natural para proteger procesos ecológicos y evolutivos y permitir este intercambio genético entre poblaciones de uno y otro parche de vegetación, mediante corredores ecológicos.

El DMQ, a través de los años ha sufrido profundas transformaciones que han configurado el paisaje; la explotación y extracción de recursos, el crecimiento de la frontera agrícola y el desarrollo urbano han contribuido a la fragmentación de hábitats naturales y seminaturales (MDMQ, 2011a).

Estas profundas transformaciones han generado una pérdida de biodiversidad dentro del distrito, así por ejemplo entre 1986 y 2009 se registró una pérdida de la cobertura boscosa de 33.518 ha, mientras que para el mismo período la mancha urbana pasó de 7.060 ha a 23.846 ha (MDMQ, 2011a).

Algunas de las razones por las que existe esta pérdida de biodiversidad son: el reemplazo de un ecosistema por un monocultivo, o por la pérdida y erosión del suelo, la contaminación de ríos por sedimentación y sobrepastoreo, la reducción del caudal de agua por desviaciones para riego, la fragmentación de ecosistemas y la pérdida de conectividad entre hábitats (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2015).

A pesar de que existen estrategias de conservación a nivel municipal como el subsistema de áreas protegidas municipales, en realidad se las percibe como reservas aisladas, ya que hay vacíos de conectividad entre éstas. Por tal motivo, el objetivo de la presente propuesta es aprovechar los remanentes de hábitats presentes entre el Corredor el Oso Andino y el Cerro Puntas, para facilitar el movimiento de las especies mediante un corredor ecológico que permita dar continuidad al flujo genético entre bosques de la región noroccidental y oriental del DMQ.

Encontrar esta conectividad es fundamental, debido a que si un hábitat continuo se fragmenta, éste pierde parte de la funcionalidad ecológica que poseía en su conjunto, y se presenta un efecto de borde, es decir

que el parche de vegetación silvestre está más sujeto a recibir los efectos negativos del hábitat alterado circundante y sus especies se ven obligadas en muchos casos a transitar entre un parche y otro por áreas alteradas no adecuadas para la supervivencia de éste, o simplemente deciden no cruzar formándose verdaderas barreras que interrumpen el flujo genético entre los parches, aumentando el riesgo de extinciones locales (Fierro, 2015).

Al hablar del proceso de alteración del paisaje se encuentran dos etapas, la primera es la pérdida de hábitat y su deterioro que son consecuencias destacables pero no irreversibles dentro del funcionamiento del paisaje, mientras que la segunda etapa comienza cuando se excede el umbral de pérdida de hábitat que conlleva al aislamiento de los parches de vegetación. Este es el punto donde en realidad comienzan los problemas de fragmentación del paisaje, surgiendo la necesidad de mantener o incrementar la conectividad entre los elementos remanentes del paisaje (EUROPARC, 2009).

La pérdida de hábitat es un problema con mayor dificultad de solución, ya que en muchos casos es consecuencia de demandas territoriales para el desarrollo urbano o la expansión agrícola, mientras que el problema de la conectividad resulta ser mucho más fácil de solucionar ya que en ocasiones una solución eficaz no implica grandes demandas de superficie sino otorgarle continuidad y coherencia al territorio (Fierro, 2015).

OBJETIVOS

a) Objetivo General

Analizar la factibilidad para la consolidación de un corredor ecológico entre las Áreas Protegidas Municipales: Corredor del Oso Andino y Área de Protección de Humedales Cerro Puntas en el Distrito Metropolitano de Quito.

b) Objetivos Específicos

- Establecer la caracterización de flora y fauna y la caracterización socioeconómica del DMQ para determinar las superficies con remanentes de vegetación natural entre las áreas protegidas municipales de interés.
- Definir los criterios ambientales, sociales y político-administrativos para valorar posibles alternativas de corredores ecológicos.
- Determinar la mejor alternativa de corredor ecológico a partir del análisis de al menos dos posibles escenarios de alternativas de corredores ecológicos en el DMQ.

CAPÍTULO I

1.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se lo realizó en el DMQ, que es donde se encuentran las áreas protegidas municipales que se desean conectar (Corredor del Oso Andino y APH Cerro Puntas). Entre estas dos áreas existen remanentes de vegetación que se aprovecharon para la conformación del corredor ecológico, estas se encontraron resguardadas en zonas de quebradas por lo que se siguió su curso para el establecimiento del corredor. La zona de estudio, por tanto es el espacio que se encuentra entre las dos áreas naturales protegidas delimitadas dentro del distrito, así que a continuación se procede a caracterizar al DMQ junto con una breve descripción de las áreas protegidas de interés.

El DMQ está localizado sobre la región central de la sierra ecuatoriana en la provincia de Pichincha, “limitando al norte con la provincia de Imbabura, al sur por los cantones Rumiñahui y Mejía, al Este con los cantones Pedro Moncayo, Cayambe y la provincia de Napo y al oeste con los cantones Pedro Vicente Maldonado y San Miguel de los Bancos” (MDMQ, 2015b).

Está ubicado sobre un relieve irregular, que sumado a la particularidad de ubicación ecuatorial, determina una heterogeneidad de pisos climáticos, de ecosistemas y una importante diversidad de recursos naturales. Esto ofrece significativas potencialidades desde la perspectiva turística, productiva y por supuesto de conservación (MDMQ, 2015b).

Las variaciones de altura y pluviosidad han generado distintos tipos de clima que van desde el clima nival, que presenta temperaturas menores a los 4°C, hasta el clima tropical lluvioso, característico de los bosques del noroccidente con una temperatura promedio anual de 22°C. Debido a su ubicación geográfica, en la línea ecuatorial el DMQ tiene las mismas horas de día y noche sin variación durante todo el año, y presenta dos períodos, uno seco que va de junio a septiembre, y otro lluvioso que va de octubre a mayo, éstos marcan e inciden en los regímenes agrícolas del territorio y establecen formas de relación específicas entre la geografía y la población (MDMQ, 2011a).

La cobertura vegetal del DMQ alcanza un 69% del territorio, predominando los bosques húmedos que representan una tercera parte del distrito (MDMQ, 2015b). El entorno presenta una condición de valle entre montañas y quebradas, que generan una gran diversidad de flora, fauna y de recursos naturales por su variedad de ecosistemas y pisos climáticos a lo largo del territorio.

Políticamente, este espacio geográfico está dividido en 32 parroquias urbanas y 33 rurales, agrupadas en 11 administraciones zonales de la siguiente manera: (MDMQ, 2015b).

1. Zona Metropolitana Aeropuerto: Checa, El Quinche, Guayllabamba, Pifo, Puembo, Tababela, Yaruquí.
2. Zona Metropolitana Calderón: Calderón, Llano chico.

3. Zona Metropolitana Centro: Puengasí, La Libertad, Centro Histórico, San Juan, Itchimbia.
4. Zona Metropolitana Los Chillos: Alangasí, Amaguaña, Conocoto, Guangopolo, La Merced, Pintag.
5. Zona Metropolitana Eloy Alfaro: La Mena, San Bartolo, Solanda, La Argelia, La Ferroviaria, Chilibulo, La Magdalena, Chimbacalle, Lloa.
6. Zona Metropolitana La Delicia: Calacalí, Carcelén, Comité del Pueblo, Cotocollao, El Condado, Nono, Pomasqui, Ponceano, San Antonio de Pichincha.
7. Zona Metropolitana Norcentral: Atahualpa, Chavezpamba, Perucho, Puéllaro, San José de Minas.
8. Zona Metropolitana Noroccidente: Pacto, Gualea, Nanegalito, Nanegal.
9. Zona Metropolitana Centro Norte: Belisario Quevedo, Mariscal Sucre, Iñaquito, Rumipamba, Kennedy, Concepción, Cochapamba, San Isidro del Inca, Nayón, Zámiza, Jipijapa.
10. Zona Metropolitana Quitumbe: Guamaní, Turubamba, La Ecuatoriana, Quitumbe, Chilloallo.
11. Zona Metropolitana Tumbaco: Cumbayá, Tumbaco.

El DMQ tiene una “importancia geopolítica estratégica para el Ecuador” (MDMQ, 2011a), ya que aquí se encuentra la capital política-administrativa del país; su área de influencia y representación es de alcance nacional y además es un ícono ecuatoriano por su historia y arquitectura por lo que ha sido declarado como Patrimonio Cultural de la Humanidad desde 1978 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

El distrito constituye un nodo importante que articula varias provincias del país, por motivos comerciales, de infraestructura, y de servicio, así como por su condición de capital política, administrativa y económica del país. “Esta condición ha generado en el territorio de la ciudad de Quito y en el DMQ varias conurbaciones en parroquias rurales, que se han ido consolidando a través del tiempo, tales como Tumbaco, Conocoto, Pumbo, Tababela, entre otras” (MDMQ, 2015b).

En el DMQ son siete las áreas protegidas municipales que se encuentran amparadas bajo ordenanza o resoluciones municipales. Cuatro de estas siete áreas naturales protegidas se encuentran al noroccidente del distrito, las que resguardan el ecosistema de bosques húmedos, y éstos son: el ACUS Mashpi, Guaycuyacu y Sahuangal, el ACUS Pachijal, el ACUS Yunguilla y el Corredor del Oso Andino; mientras que al sur oriente del distrito sólo existen dos áreas protegidas y son el APH Cerro Puntas y el AIER Ilaló–Lumbisí, además del AIER Pichincha–Atacazo que se encuentra limitando con el área urbana consolidada (*Ver Mapa 1*).

El propósito del presente trabajo es asegurar la conectividad de los ecosistemas del noroccidente con el oriente del distrito metropolitano y para ello se han determinado las áreas naturales protegidas del Corredor del Oso Andino y el Cerro Puntas como áreas de interés.

El Corredor del Oso Andino abarca una superficie de 55.837,33 ha y se extiende por cinco parroquias del DMQ, los cuales son: Nono, Calacalí, Nanegalito, Nanegal y San José de Minas (Consejo Metropolitano de Quito, 2013; Secretaría de Ambiente del DMQ, 2014).

La instauración del Corredor Ecológico del Oso Andino se la obtuvo gracias a la cooperación institucional entre la Secretaría de Ambiente del DMQ y la Universidad San Francisco de Quito que lograron que se firme una resolución donde la zona fuera declarada como “mecanismo para conservar y proteger el hábitat de esta especie de fauna emblemática (el oso andino) en peligro de extinción y de otras especies de flora y fauna asociadas al bosque andino” bajo la Resolución No. 431 en julio del 2013 (Consejo Metropolitano de Quito, 2013).

Por otro lado, el Área de Protección de Humedales Cerro Las Puntas abarca una superficie de 28.177,44 ha y se extiende por las parroquias de El Quinche, Checa, Yaruquí y Pifo, y fue declarado como área de protección ecológica el 25 de agosto del 2014 bajo Ordenanza Metropolitana No. 010 (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2016; Secretaría de Ambiente del DMQ, 2014).

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 MARCO TEÓRICO

La conectividad ecológica es definida como la “propiedad del paisaje que hace posible el flujo de materia, energía y organismos, entre diversos ecosistemas, hábitats o comunidades” (Martínez et al., 2009). Aunque no se debe pensar únicamente en la idea de corredores como estructuras lineales más o menos estrechas que conectan dos espacios.

Teoría de corredores biológicos y la conectividad ecológica

La historia de los corredores ecológicos se remonta a mediados del siglo XX, y desde entonces se han hecho grandes avances en su concepción, formulación, implementación y monitoreo (Remolina, 2006). Conforme su teorización se desarrollaba, el concepto de “corredor” se popularizó en diferentes disciplinas ambientales tales como ecología del paisaje, biología de la conservación, planeación del uso del suelo y arquitectura paisajista, produciéndose un gran número de términos que hacen referencia a los corredores ecológicos (Hess y Fisher, 2001; Remolina, 2006).

Simpson (1940) fue quien propuso por primera vez que las áreas continentales que estaban separadas pero mantenían una distancia cercana podían intercambiar fauna entre sí a través de “corredores” o “puentes” que los unieran. A través del tiempo varios autores desarrollaron versiones de la teoría de corredores, pero fueron Wilson y Willis en 1975, quienes plantearon los corredores biológicos a partir de la *Teoría del Equilibrio de Biogeografía de Islas* presentada por MacArthur y Wilson en 1967 (Fierro, 2015).

Estas bandas de terreno entre las reservas, conocidas también como corredores de conservación o corredores de movimiento, podrían permitir la dispersión de animales y plantas de una reserva a otra, facilitando el flujo genético y la colonización de sitios adecuados para su sobrevivencia (Primack et al., 2001).

Los corredores biológicos están basados en el supuesto de que “los parches de vegetación conectados por un corredor de hábitat adecuado disminuye la tasa de extinción y tienen un mayor valor para la conservación que los parches que se encuentran aislados” (Noss, 1992).

Simberloff (1992) expone que en la práctica, la conectividad biológica es necesaria y deseable en la mayoría de casos, pero también reconoce que deben ser evaluados caso por caso ya que puede haber algunos efectos negativos como la transmisión de plagas o enfermedades de un área a otra (Fierro, 2015).

La fragmentación de los hábitats se ha estudiado desde los años 60 bajo dos fundamentos teóricos: la teoría de la biogeografía de islas de MacArthur y Wilson y la teoría de metapoblaciones de Levins.

La teoría de islas estudia la influencia del aislamiento (distancia a otros fragmentos o parches de hábitat) y el tamaño de los fragmentos en la riqueza y composición de especies, considerando la colonización, recolonización y extinción como procesos fundamentales (Castro, 2002), de esta manera postula que la “cantidad de especies que están presentes en una isla tienden a un nivel de equilibrio entre la tasa de colonización de especies nuevas y la tasa de extinción de las especie residentes en la isla. A su vez, la tasa de colonización es determinada por el grado de aislamiento de la isla con respecto al hábitat donador de especies en tierra firme, mientras que la tasa de extinción en la isla es determinada por su área” (SINAC, 2008).

El término metapoblación fue introducido por Levins para describir un conjunto cambiante de poblaciones compuestas por subpoblaciones temporales relacionadas entre sí por la dispersión y el flujo genético, las cuales ocupan parches de hábitat interconectados (SINAC, 2008). Este concepto ha sido utilizado en modelos de gestión y de conservación de especies amenazadas (Castro, 2002).

La conectividad es el aspecto más importante del paisaje para la dispersión y persistencia de las poblaciones.

Al hablar del paisaje geográfico se hace referencia a la “interacción del ambiente (geotopo), biota (ecotopo) y hombre (sociotopo), los cuales conforman unidades dinámicas en espacio y tiempo que operan con mecanismos particulares y cumplen funciones propias” (UNAM, 2003).

En el territorio se da una serie continua de paisajes que de acuerdo a la predominancia de sus componentes pueden establecerse como paisajes naturales o culturales. Un paisaje natural es una “porción de superficie terrestre provista de límites naturales donde los componentes naturales (relieve, clima, vegetación,

animales, etc.) forman un conjunto de interrelación e interdependencia y el impacto del hombre es nulo o mínimo” (Sarmiento, 2000). Un paisaje cultural es el resultado del desarrollo de actividades antrópicas que han influido o lo están haciendo dentro de un territorio específico, acabando por modificarlo y dominarlo, lo cual explica en gran medida la esencia de ese espacio (Zárate, 2016; UNAM, 2003).

Existe una multitud de configuraciones del paisaje, así como varios tipos y categorías de elementos que los conecten, todos ellos dependientes del objetivo para el cual fueron diseñados, así como de la escala de percepción y dispersión de las especies que desean conservar. Estos espacios de conectividad pueden ser:

- Paisajes permeables son “extensiones de paisajes heterogéneos formados por parches de vegetación con distinto grado de madurez, permiten la dispersión de ciertas especies a través de los remanentes de vegetación natural y otros elementos como los linderos, las cercas vivas, etc” (EUROPARC, 2009). Son comunes en los paisajes mediterráneos, donde existe un variado mosaico de usos del suelo lo cual favorece el mantenimiento de una importante diversidad biológica.
- Corredores lineales son “elementos lineales del paisaje que permiten la dispersión de especies animales y vegetales a lo largo de ellos” (EUROPARC, 2009).
- Puntos de paso son “parches de hábitat favorable para un conjunto de especies inmersas en una matriz más o menos intransitable” (EUROPARC, 2009).

A partir de la teoría de conectividad y fragmentación de áreas protegidas surge que siempre es preferible que las áreas protegidas o remanentes de hábitat cercanos estén conectados por corredores, ya que permite el flujo genético entre dichas áreas. Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA por sus siglas en inglés) y Conservación Internacional, “un corredor de conservación debería estar zonificado por áreas protegidas que actúen como núcleo, una o varias áreas de amortiguamiento alrededor de los núcleos, corredores biológicos lineales que actúen como vínculo entre las áreas núcleo, y “stepping stones” o peldaños de remanentes de hábitat que hacen las veces de puente entre las áreas núcleo, para mantener un equilibrio entre la conservación (áreas de extracción y uso limitado de recursos renovables) y las actividades humanas, preferiblemente compatibles con la conservación de la biodiversidad en o fuera de las áreas de amortiguamiento (por ejemplo la silvicultura)” (Fierro, 2015).

La actividad antrópica ha favorecido la falta de “comunicación ecológica”, debido a los cambios de uso del suelo que afectan en gran medida a la capacidad de dispersión de las especies, dando lugar a procesos de fragmentación de las poblaciones y a los consiguientes problemas para su conservación, en todo el mundo. Garantizar la conectividad entre “parches” o “islas” de diferentes hábitats es importante, tanto para la dispersión de especies como para la protección de los propios hábitats (García y Abad, 2014).

Planificación espacial en relación a la conectividad ecológica

Desde una perspectiva geográfica, el abordaje es espacial; y al hablar de conectividad ecológica es necesario hablar de localización y distribución en el espacio geográfico¹ (Buzai, 2010; Delgado, 2003).

Desde el punto de vista de localización, la proximidad entre dos áreas que tienen la misma localización o son próximos se puede esperar que entre ellos exista alguna relación, y conectándolo a la presente investigación, es necesario conservar estas áreas para mantener los procesos ecológicos y evolutivos que puedan darse entre los parches remanentes de vegetación silvestre yuxtapuestos.

En cuanto a la distribución espacial, se derivan los conceptos de estructuras y procesos espaciales, siendo los primeros la organización interna de la distribución, es decir la localización de cada elemento en relación a cada uno de los otros, así como su relación con el conjunto en general; mientras que los procesos no son más que los mecanismos que producen éstas estructuras espaciales determinando así su distribución en el espacio geográfico (Delgado, 2003).

“Los conceptos de conexión y accesibilidad adquieren gran relevancia no sólo para entender la estructura espacial sino también para rediseñarla” (Buzai, 2010).

El propósito del presente trabajo no es discutir sobre los procesos espaciales que determinaron la distribución actual de los remanentes de vegetación en el DMQ, sino proponer estrategias para rescatar lo existente, utilizando su actual distribución e implementando medidas de conservación que permitan cumplir con los objetivos de preservación ecológica bajo la normativa del régimen municipal.

Análisis Espacial

“El análisis espacial constituye una serie de técnicas estadísticas y matemáticas aplicadas al estudio de datos distribuidos sobre el espacio geográfico” (Buzai y Baxendale, 2006).

Este análisis se lo realiza en la búsqueda de entender y dar solución a problemas espaciales; es así como Chakhar y Mousseau (2008) argumentan que en los problemas espaciales la decisión implica la selección de alternativas potenciales que son asociadas con algunas localizaciones específicas en el espacio.

El análisis espacial se basa en la aplicación de metodologías de evaluación multicriterio en el ámbito de los sistemas de información geográfica para mejorar el proceso de toma de decisiones desde una amplia variedad de posibilidades (Barredo, 1994; Buzai, 2010).

¹ Espacio geográfico: superficie terrestre o a una parte de ésta, *socialmente construida, percibida, vivida* y transformada por el ser humano, que la ha utilizado como su sustento y medio de vida (Delgado, 2003; Pulgarín, 2002).

“Una decisión es una elección entre alternativas, mientras que la toma de decisiones es un proceso de identificación y formulación de soluciones factibles, la evaluación de las soluciones y selección de la mejor” (Garcés, 2005).

La evaluación multicriterio es utilizada como una herramienta dentro del análisis espacial para la toma de decisiones locacionales, donde el punto clave de este proceso es la elección de alternativas ya que decidir por una u otra presenta una tendencia hacia un determinado curso de acción (Buzai, 2010).

Para realizar este análisis espacial con evaluación multicriterio se aplicó la metodología del Proceso Analítico Jerárquico propuesta por Thomas L. Saaty, que se basa en la idea de que la complejidad de un problema de toma de decisión con criterios múltiples se puede resolver mediante la jerarquización de estos problemas planteados (Saaty, 1980).

Este método consiste en la descomposición de estructuras complejas en sus componentes o variables, los cuales se los organiza en una estructura jerárquica donde se los puede analizar de forma independiente y pueden ser relacionados a cualquier aspecto del problema de decisión, tangible o intangible, cuidadosamente medido o aproximadamente estimado. Cuando la jerarquía se ha construido, se evalúa sistemáticamente sus elementos para compararlos unos con otros por pares, es decir únicamente pueden ser comparados dos elementos a la vez. Cuando se hacen las comparaciones, éstas están basadas en juicios sobre la importancia y el significado relativo de los elementos, uno respecto del otro (Contreras, 2009; Saaty, 1980).

Para luego otorgarles valores numéricos o prioridades según los juicios emitidos, permitiendo que elementos diversos y frecuentemente inconmensurables sean comparados unos con otro de forma racional y consistente. Finalmente, las prioridades numéricas son calculadas para cada una de las alternativas de decisión, y como resultado se obtiene una jerarquía de los mejores y peores escenarios o alternativas (Contreras, 2009; Roche y Vejo, 2005).

1.2.2 MARCO CONCEPTUAL

En el desarrollo de la presente disertación existen términos que necesitan una definición previa para su entendimiento, por lo que a continuación se prosigue a especificarlos:

Diversidad biológica.- “Variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1992).

Enfoque ecosistémico.- “Es una estrategia para la ordenación integrada de la tierra, el agua y los recursos vivos que promueve la conservación y el uso sostenible de manera equitativa. Actúa como el esquema principal para la acción bajo el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) y comprende 12 principios” (Shepherd, 2006). “Se basa en la aplicación de métodos científicos adecuados centrados en los niveles de organización biológica que abarca los procesos, las funciones y las interacciones esenciales entre los organismos y su ambiente, y que reconoce a los humanos, con su diversidad cultural, como un componente integrante de los ecosistemas” (FAO, 2016).

Conectividad del paisaje.- “Capacidad del territorio para permitir el flujo de las especies entre los remanentes de hábitat silvestre con recursos disponibles” (Gurrutxaga, 2004).

Corredor ecológico.- Ruta o franja de vegetación que permite el mantenimiento de biotopos naturales de manera longitudinal y que conectan espacios de interés o relevancia ambiental, conformando espacios integrados en red dignos de ser preservados con la adecuada regulación que permitiese un uso sostenible de los mismos, si bien prevaleciendo su funcionalidad ecológica como elemento de conectividad de hábitats y ecosistemas para favorecer la dispersión de los seres vivos y, por ende, como instrumento para fomentar la biodiversidad (García y Abad, 2014). Así pues, un corredor ecológico “permite el intercambio del material genético entre poblaciones para mantener la variabilidad genética de las mismas, de tal manera que puedan persistir en espacio y tiempo adecuados” (MAE, 2015).

Clasificación del uso protección ecológica.- Corresponde a las categorías que el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito ha establecido para el manejo de protección ecológica, como se muestran a continuación: (MDMQ, 2015b)

a) Santuarios de Vida Silvestre: “Son áreas con atributos destacados en términos de biodiversidad e intangibilidad patrimonial, y están sujetas a alta protección y restricciones de uso” (MDMQ, 2015b).

b) Áreas de Protección de Humedales y Páramos (APH): “Son áreas integradas por fuentes de agua tales como arroyos, ciénegas, ojos de agua, manantiales, bofedales, pantanos, glaciares, así como de sus ecosistemas asociados aportantes o estabilizadores de cuencas hidrográficas y del ciclo hídrico en general” (MDMQ, 2015b). Éstas áreas son importantes debido a que son esenciales para la estabilización ambiental, reproducción, alimentación o anidamiento para aves migratorias, y de uso recreacional (MDMQ, 2015b).

c) Áreas de Conservación y Uso Sustentable (ACUS).- “Son áreas formadas por una zona núcleo de protección estricta, una zona de recuperación y una de uso sustentable. Ésta área permite la adopción de prácticas de conservación, uso y manejo sustentable de ecosistemas y recursos naturales, de desarrollo agroforestal sostenible, de manera que estas aporten al mantenimiento de la viabilidad ecológica, así

como a la provisión de bienes y servicios ambientales para las comunidades involucradas” (MDMQ, 2015b).

d) Áreas de Intervención Especial y Recuperación.- “Son áreas de propiedad pública, privada o comunitaria que por sus condiciones biofísicas y socioeconómicas, previenen desastres naturales, tienen connotaciones histórico-culturales, disminuyen la presión hacia las Áreas de Conservación, posibilitan o permiten la funcionalidad, integridad y conectividad con la Red de Áreas Protegidas y la Red Verde Urbana (corredores verdes)” (MDMQ, 2015b).

e) Áreas del PANE. – “Son las áreas protegidas oficialmente declaradas por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) a nivel nacional, y se destacan por su valor protector, científico, escénico, educacional, turístico y recreacional. Son administradas por el MAE o mediante convenios de co-manejo con otras organizaciones locales” (MDMQ, 2015b).

f) Bosques y Vegetación Protectora.- “Formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que conservan el suelo y la vida silvestre; están en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial, ocupan cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes de agua, constituyen cortinas rompevientos o de protección del equilibrio del ambiente, y están localizados en zonas estratégicas y de interés nacional” (MDMQ, 2015b).

Aptitud de uso de suelo: “Capacidad productiva del suelo hasta el límite en el cual puede producirse deterioro. Define su aptitud para el uso con fines agrícolas, pecuarios, forestales, paisajísticos, etc.” (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina, s.f.). “Son las máximas características que posee un suelo para lograr mejores niveles de producción” (TULAS, 2015).

Uso actual del suelo: “Es la categoría de utilización de las tierras en el país, que indica de qué manera se está ocupando dicho espacio en el territorio” (INEC, 2012).

Restricción de uso: “Limitación en el uso del suelo como parte de la regularización en la utilización, transformación y ocupación del espacio en estrecha armonía con las políticas de desarrollo económico y social del Distrito, el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales con base en lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial vigente” (Alcaldía de Barranquilla, 2016).

Restauración ecológica: Se refiere al proceso de recuperar integralmente un ecosistema que se encuentra parcial o totalmente degradado, en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies, funcionalidad y autosuficiencia, hasta llevarlo a condiciones semejantes a las presentadas originalmente, sin dejar de considerar que se trata de sistemas dinámicos que se encuentran influenciados por factores externos que

provocan que las características anteriores varíen dentro de un rango a lo largo del tiempo. Esta estrategia busca asistir el recubrimiento vegetal y el manejo de la integridad biológica (SEMARNAT, 2014).

Regeneración natural: “Los ecosistemas se recuperan por si solos cuando no existen o se eliminan tensionantes o barreras que impidan su regeneración, en un proceso conocido como regeneración o sucesión natural; es por esto que una de las primeras acciones para recuperar un ecosistema es retirar factores que impiden la expresión de mecanismos de regeneración natural” (Universidad Nacional de Colombia, 2007).

CAPÍTULO II

2.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación comprende la ejecución de tres fases:

Primera fase: Marco Teórico

La primera fase comprendió un proceso de indagación e investigación referente al tema de conectividad ecológica en el DMQ, recopilación de bibliografía y cartografía base y temática que sería utilizada a lo largo de la disertación. La cartografía manejada se la obtuvo desde la Secretaría de Ambiente de Quito.

Segunda fase: Metodología y Desarrollo

Para cumplir con los objetivos propuestos, lo primero que se realizó fue la caracterización de flora y fauna a partir del Diagnóstico bioecológico realizado por el Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) y la caracterización socioeconómica en base al censo de población y vivienda del 2010 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC).

Con la información geográfica recolectada (coberturas, shapefiles, features class) de asentamientos humanos, vías, ríos y cuerpos de agua, actividades económicas principales, uso y cobertura vegetal, áreas protegidas municipales, ortofotografía del DMQ, se procedió a determinar los remanentes de vegetación silvestre en el Distrito en donde se pudiera establecer un corredor ecológico que conecte áreas establecidas de conservación dentro del régimen municipal enlazando los bosques de noroccidente con los del oriente del DMQ.

La herramienta utilizada para el manejo de la información fue el Sistema de Información Geográfica ArcGis con el que se realizó además, un mapa de restricción de uso de suelo en el DMQ, donde se mostraron las zonas con uso adecuado para formar parte del corredor ecológico, las zonas con uso no adecuado pero que bajo prácticas agropecuarias amigables con el ambiente y sostenibles a lo largo del tiempo pudieran ser utilizadas dentro del corredor, y por último las zonas con restricción, que de ninguna forma podían ser parte del corredor ecológico como las infraestructuras.

Como los ríos fueron utilizados como medios de conexión entre las áreas protegidas de interés se realizó un buffer de 50 metros alrededor de éstos.

A continuación se procedió a extraer la restricción de uso del suelo para cada alternativa de conexión ecológica mediante un Clip para poder realizar un análisis diferenciado por cada una de los circuitos de conexión.

Tercera fase: Análisis de resultados

Para el diseño del corredor ecológico se consideró la presencia de parches de vegetación con un alto porcentaje de uso de suelo adecuado para restablecer la conectividad y bajo porcentaje de uso de suelo con restricciones, se siguieron los cursos de ríos y quebradas y aprovecharon los remanentes de vegetación que en estos se encontraron, y se tomó en cuenta también los tipos de conflicto que existían en cada alternativa de conexión.

Se obtuvieron escenarios de corredor ecológico bajo dos criterios, el primero fue el de movilidad, es decir que se tomó en cuenta la mejor alternativa de conexión (con mayor porcentaje de uso de suelo adecuado) que fuera la más directa entre las áreas protegidas de interés o áreas núcleo. Mientras que el segundo criterio fue el que abarcara una mayor superficie de protección del ecosistema Arbustal seco interandino.

La definición de las mejores alternativas de conexión se la realizó mediante una combinación de análisis estadístico simple y análisis espacial multicriterio. Para determinar el mejor escenario que abarcara una mayor superficie de protección del ecosistema Arbustal seco interandino se realizó un análisis espacial utilizando el Proceso de análisis jerárquico de Saaty donde se ponderó la cobertura vegetal, los conflictos encontrados en cada tramo del escenario y la superficie de las alternativas de conexión.

El Proceso de análisis jerárquico de Saaty arrojó los dos mejores escenarios de corredor ecológico, a partir de los cuales se realizó un análisis de la cooperación social y se verificó la percepción social de los actores que se veían influenciados directamente de la creación de un corredor ecológico entre el Corredor del Oso Andino y el APH Cerro Puntas en sus espacios, para lo cual se hizo una visita de campo y se entrevistó a dos personas por cada asentamiento rural encontrado, determinando así el interés de la población aledaña de conservar la vegetación silvestre a los márgenes de las quebradas.

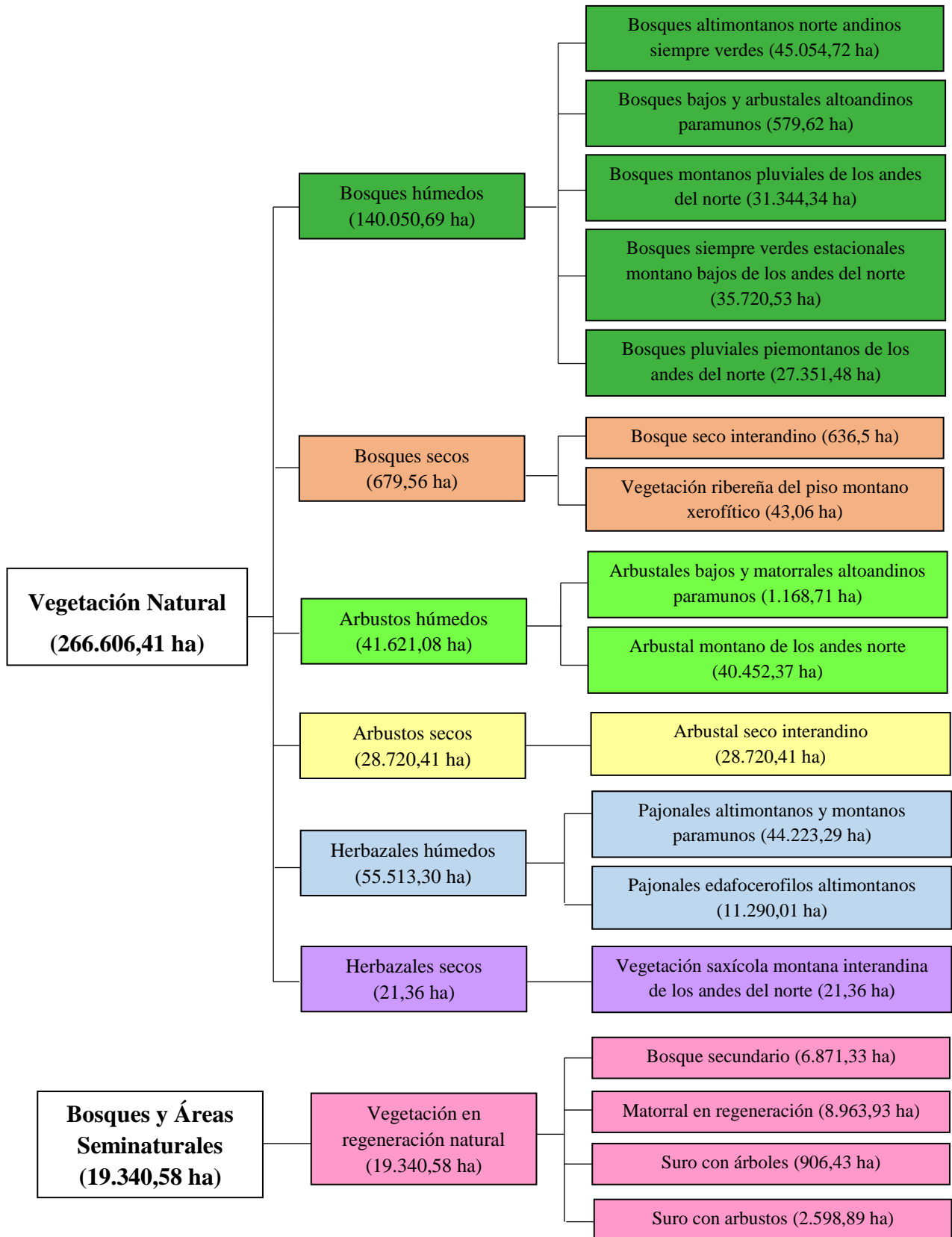
2.2 CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA

2.2.1 Cobertura vegetal

El DMQ se encuentra cubierto por 285.946,99 ha de vegetación natural y seminatural, que representa el 67,5% de la superficie total del DMQ, de este total aproximadamente el 90% corresponde a vegetación natural y el 10% restante son áreas y bosques seminaturales, es decir que han sido intervenidas con cultivos de coníferas (pino y ciprés) y latifoliadas (eucalipto), y vegetación en regeneración natural (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2013) (*Ver Mapa 2*).

De acuerdo al mapa de cobertura vegetal del DMQ (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2013) se identifican 17 sistemas ecológicos, englobados según criterios ecológicos, ambientales y fitogeográficos que influyen en la vegetación natural del distrito (MDMQ, 2013), como se muestra en el Cuadro 1.

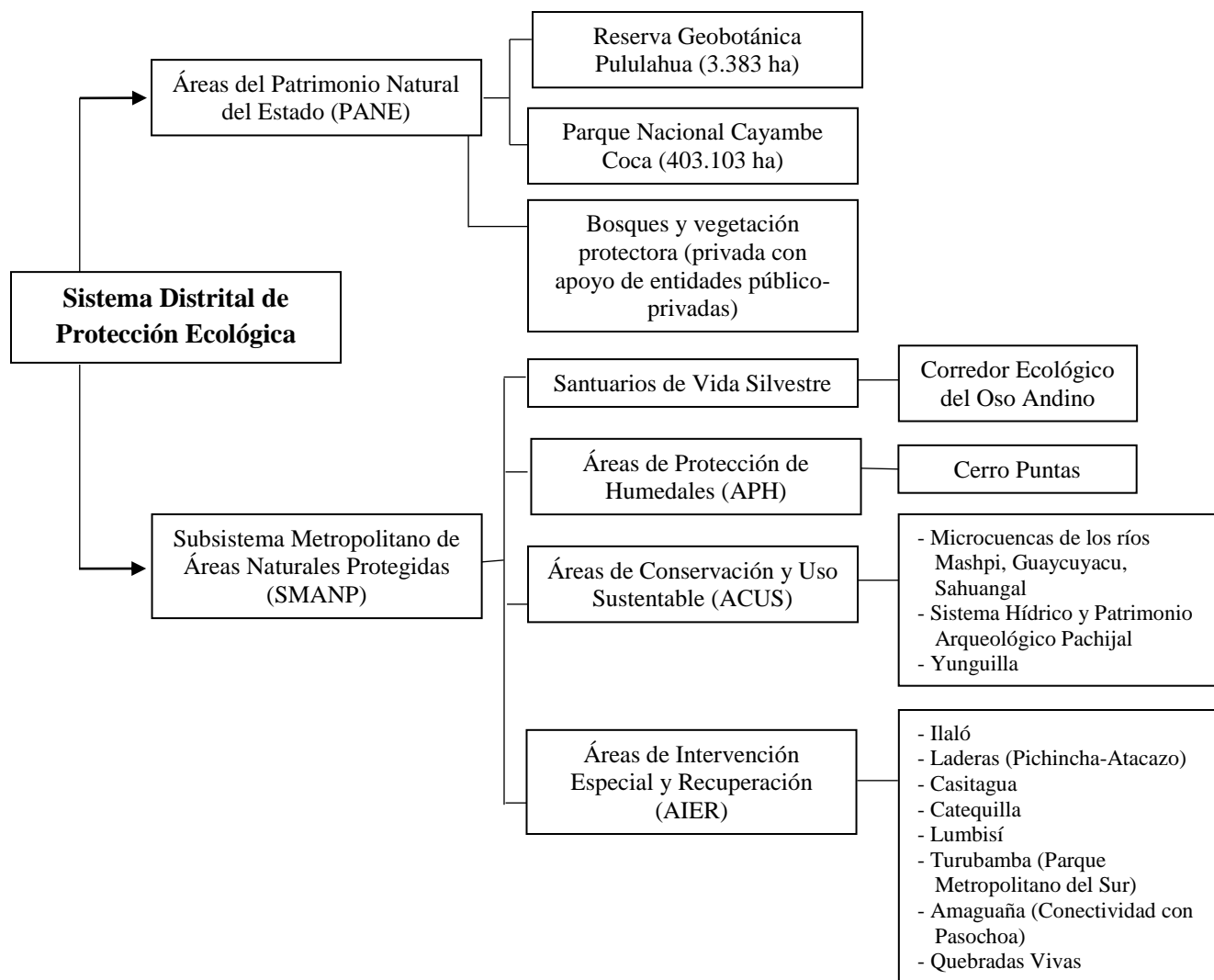
Cuadro N°1: Sistemas Ecológicos



2.2.2 Bosques y vegetación protectora

El Municipio del DMQ ha establecido 32 áreas dedicadas a la conservación, que se encuentran bajo la siguiente clasificación: dos reservas a cargo del PANE, 27 zonas de bosques y vegetación protectores en los cuáles se incluyen las zonas de bosques y mantenimiento de la cobertura vegetal y los bloques de protección de Quito (cinturón verde de la ciudad), y 13 áreas pertenecientes al SMANP como se puede apreciar a detalle en el Cuadro 2 (Ver Mapa 3).

Cuadro N°2: Sistema Distrital de Protección Ecológica



Fuente: MDMQ, 2013
Elaboración propia

En cuanto a los Bosques de Protección se incluyen: Sigsipamba, Tanlahua, Hcda. La Merced, San Alonso en el sitio Salache, Subcuenca alta de los ríos Sinto-Saloya-Pichan y Verde Cocha, Caracha, Cuenca alta

del río Guayllabamba, Chilcapamba y Aromopamba, La Paz y San José de Quijos, Maquipucuna, Míndo, Cordillera de Nambillo, Piganta, Pishahi, Predio Pacay, San Carlos de Yanahurco, Santa Rosa, Yasquel, Toaza, Hcda. San Eloy, Flanco Oriental de Pichincha, Cinturón Verde de Quito, la Microcuenca del río Cambugan, Cerro Ilaló, Hcda. Pisulí, Don Segundo, Mojanda Grande, Taminga y Mashpi (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2014).

Adicionalmente, en los instrumentos de planificación y gestión territorial se han identificado zonas de protección de quebradas, riberas y cursos de agua, y el manejo de las cuencas en el área colectora o receptora de los ríos principales.

Alrededor del DMQ existen tres áreas protegidas pertenecientes al PANE, que son: la Reserva Ecológica Antisana, el Parque Nacional Cotopaxi y el Refugio de Vida Silvestre Pasochoa, éstos tienen zonas de influencia relevantes para el SMANP y la prestación de servicios ambientales para la ciudad de Quito (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2014).

2.2.3 Estudios de flora y fauna

Plantas vasculares

El Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) para el DMQ inventarió una lista de 2.330 especies de plantas vasculares, aunque el número podría variar porque hay especies que aún no se han investigado (MECN, 2010). El 11% (254 especies) del total registrado de plantas vasculares son endémicas y 122 especies según Valencia et al., (2000) se encuentran en las categorías de amenaza: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU).

Mamíferos

En cuanto a los mamíferos, el MECN ha registrado 111 especies de 28 familias y 11 órdenes, las que representan el 29% de los mamíferos de Ecuador. “Entre los grupos más abundantes que se encontraron fueron los roedores con 38 especies, murciélagos con 35 y carnívoros con 14. Además, se registraron 13 especies endémicas para el Ecuador, diez de ellas pertenecientes al orden Rodentia, entre ellos el ratón acuático (*Anotomys leander*), el ratón oliváceo (*Thomasomys vulcani*) y el ratón andino (*Thomasomys ucucha*) y una especie del orden Chiroptera el murciélago longirostro (*Anoura fistulata*)” (MECN, 2010).

Existen 11 especies que se encuentran en tres categorías de amenaza: En Peligro (EN) está el murciélago de listas blancas del Chocó (*Platyrrhinus chocoensis*), en Peligro Crítico (CR) está el mico (*Cebus albifrons aequatorialis*), y en la categoría de Vulnerable (VU) se encuentra el ratón andino de cola corta (*Akodon latebricola*), el ratón acuático (*Anotomys leander*), el ratón andino de cola larga (*Thomasomys ucucha*), la pacarana (*Dinomys branickii*), el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el burricón (*Leopardus tigrinus*), la nutria chica (*Lontra longicaudis*), la chivicabra (*Mazama rufina*) y el venado

enano (*Pudu mephistophiles*). Mientras que en la Categoría I del CITES, está el mono aullador negro (*Allouatta palliata aequatorialis*) (MECN, 2010).

Aves

Se han registrado 542 especies de 59 familias y 17 órdenes, lo que demuestra una alta diversidad, a pesar de que los ecosistemas se encuentran fragmentados debido a la permanente presión antrópica. De este total de aves registradas 34 son migratorias, en su mayoría aves pequeñas de las familias Tyrannidae (atrapamoscas), Parulidae (reinitas) e Hirundinidae (golondrinas) (MECN, 2010).

El orden que posee mayor diversidad es el de los Passeriformes, así como las familias Tyrannidae (atrapamoscas), Thraupidae (tangaras), Trochilidae (colibríes) y Furnariidae (horneros, trepatroncos), todas ellas representan el 43% del total de todas las especies registradas en el DMQ. “Estas especies registradas están adaptadas a vivir en bosque natural en buen estado de conservación, en bosque secundario, en los bordes de bosque, en áreas abiertas con árboles aislados, en el curso de los ríos y quebradas y en pastizales; en cada uno de estos espacios la composición de las aves es diferente” (MECN, 2010).

La riqueza de especies del DMQ representa el 34% del total de aves registradas en el Ecuador, es decir 1.616 especies. De las cuales 61 especies de aves son endémicas y de éstas se han registrado 55 especies de aves amenazadas, entre las que sobresalen está el zamarrito pechinegro (*Eriocnemis nigrivestis*), el cóndor andino (*Vultur gryphus*), el rascón montés moreno (*Aramides wolfi*) y el cuco hormiguero franjeado (*Neomorphus radiolusus*) que se encuentran ubicados dentro de la categoría En Peligro Crítico (EN) (MECN, 2010).

Anfibios y Reptiles

La herpetofauna en el DMQ está compuesta por “145 especies, de entre las cuales 92 son anfibios y 53 reptiles. Para el caso de los anfibios 88 de ellas son ranas o sapos (Anura), 2 salamandras (Caudata) y 2 “ilulos” (Gymnophiona). Los anuros o anfibios sin cola, están representados en su mayoría por una alta riqueza de ranas terrestres (*Strabomantidae*) que aglutinan a más de la mitad de la diversidad total de anfibios del distrito con 50 especies” (MECN, 2010).

Las ranas de cristal (*Centrolenidae*) concentran una diversidad significativa con 15 especies (un número superior al que se encuentra en las áreas protegidas de la Amazonía baja y similar a la Reserva Cotacachi-Cayapas en los Andes occidentales de Ecuador). La restante diversidad de anuros la componen sapos verdaderos (*Bufonidae*), ranas arborícolas (*Hylidae*), ranas veneno de flecha (*Dendrobatidae*), ranas marsupiales (*Hemiphractidae*) y sapos mugidores (*Leptodactylidae*) (MECN, 2010).

Los reptiles están representados por 27 especies de ofidios (*Serpentes*), 24 especies de lagartijas (*Sauria*) y 2 de tortugas (*Chelonia*), entre estas últimas se encuentran las tortugas mordedoras (*Chelydridae*) y las tortugas tapaculo (*Kinosternidae*). En las serpientes la familia más representativa es la *Colubridae* la cual constituye más de un cuarto de la diversidad total de reptiles registrada en el DMQ con 18 especies, este grupo también incluye 6 especies de víboras (*Viperidae*), serpientes corales (*Elapidae*) y boas pigmeas (*Tropidophidae*). Entre los saurios o lagartijas están las familias de lagartijas minadoras (*Gymnophthalmidae*), camaleones americanos (*Polychrotidae*), falsas iguanas (*Hoplocercidae*), guagsas (*Tropiduridae*) y lagartijas terrestres (*Teiidae*) (MECN, 2010).

En total, dentro de este grupo se registraron 108 especies endémicas (aproximadamente el 70%). La mayor concentración de especies endémicas de anfibios y reptiles ocurre en las estribaciones occidentales del volcán Pichincha, en los ecosistemas de bosque nublado y los bosques montano bajo, y se destacan los grupos de ranas terrestres del género *Pristimantis*, las ranas de cristal, las lagartijas y minadoras americanas (MECN, 2010).

Peces

“Se han registrado 21 especies de peces, agrupados en 7 órdenes, 10 familias y 15 géneros. De los cuales, el 26% de las especies de peces registradas se encuentran en la cuenca del río Esmeraldas y el 2% son peces dulceacuícolas del Ecuador. La familia más representada es la *Astroblepidae* con su género andino *Astroblepus*. Y existe una especie endémica llamada localmente vieja (*Aequidens sapayensis*)” (MECN, 2010).

En el DMQ también se encuentra una especie de salmón introducida conocida localmente como trucha (*Oncorhynchus mykiss*), la cual actualmente se ha dispersado en varias microcuencas de la región interandina y las laderas andinas de ambos lados de los Andes (MECN, 2010).

Los sitios dentro del DMQ con mayor diversidad en peces son: Gualcuyacu, Saloya, Tutupe, Masphi Grande, Masphi Chico, Malimpia Grande, Malimpia Chico y El Chalpi (MECN, 2010).

2.2.4 Recursos hídricos

En el DMQ se encuentran las subcuencas de los ríos Guayllabamba y Blanco, afluentes de la cuenca del río Esmeraldas. El río Guayllabamba nace de la unión de los ríos San Pedro y Machángara, a una altura de 2.810 msnm y desciende hacia la Costa del Ecuador. A su vez, dentro del DMQ el río Guayllabamba tiene 13 microcuencas conformadas por los ríos: Machángara, Guambi, Chirapi, San Pedro, Pita, Monjas, Chiche, Urabia, Alambi, Intag, Coyago, Pachijal y Mindo. Por otro lado, la subcuenca del río Blanco es alimentada por la microcuenca Cinto-Saloya, ubicada en el sur occidente del distrito (MECN, 2010).

El territorio del DMQ se encuentra en su mayor parte dentro de la cuenca del río Guayllabamba. El sistema hidrográfico del DMQ está conformado por diferentes ríos de montaña, todos ellos afluentes al río Guayllabamba que nacen a partir de las estribaciones de los volcanes: Atacazo (de este nace el Machángara), Illinizas (nace el río San Pedro), Rucu (río Monjas) y Guagua Pichincha (ríos Cinto, Mindo, Saloya y Blanco), Cotopaxi y Sincholagua (río Pita), así como de las laderas occidentales y orientales de las cordilleras Oriental (ríos Guambi, Uravia, Goyago, Pisque, Cubi, Bravía) y Occidental (ríos Alambí y Pachijal) (MDMQ, 2015b).

En la información cartográfica que maneja el MDMQ, se observa que en cuanto a la limnología del distrito, las parroquias que cuentan con un número significativo de lagunas son Pifo y Pintag. En Pifo existen 14 lagunas cuya superficie suma en total 133,25 ha aproximadamente; mientras que en Pintag se encuentran 15 lagunas que en conjunto suman una superficie de aproximadamente 74,4 ha, las dos lagunas más grandes que le siguen son la de Cumbayá (el reservorio de agua) y la de Conocoto (MDMQ, 2002) (*Ver Mapa 4*).

2.3 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

2.3.1 Estructura Social

Según el Censo de Población y Vivienda del 2010, la población del DMQ es de 2.239.191 habitantes, el 72% corresponde al área urbana y el 28% restante al área rural (INEC, 2010). “La población femenina representa el 51,4% de la población total, mientras que los hombres son el 48,6% restante. La edad promedio de la población quiteña es de 29,5 años, siendo el promedio para hombres de 28,7 años y el de las mujeres 30,2 años” (MDMQ, 2011b).

El 29,7% de la población del Distrito, no satisface sus necesidades básicas y un 7% vive en extrema pobreza. En cuanto a la población económicamente activa (PEA) en el distrito es del 57% (INEC, 2010). En su mayoría (8 de cada 10 habitantes del distrito) se autoidentifican como mestizos (MDMQ, 2015b).

Para marzo del 2016, el índice de pobreza en Quito es de 7,98%, es decir que éstas personas ganan menos de US\$ 84,25 mensuales, mientras que el de pobreza extrema es de 2,36% es decir que la persona tiene un ingreso menor al de US\$ 47,48 mensuales (INEC, 2016). En el Ecuador, Quito es la tercera ciudad con el índice más bajo de pobreza, la primera es Ambato y le sigue Cuenca.

Durante el 2010, “Quito generó el 22.11% del Producto Interno Bruto (PIB) Nacional, y según estimaciones del Instituto de la Ciudad, al 2013, el Valor Agregado Bruto de Quito alcanzó la cifra de 13.669 millones de dólares (a precios constantes 2007), con un crecimiento del 0,52% respecto del 2012. Las secciones económicas más importantes en la composición del PIB son: actividades profesionales e

inmobiliarias en un 25%, manufactura en un 17%, transporte, información y comunicaciones en un 12%” (MDMQ, 2014).

En cuanto a la estructura poblacional, las parroquias urbanas del distrito son las que tienen una densidad más alta (mayor a 2.000 habitantes/hectárea), seguidas de la parroquia rural de Conocoto con 2.114 hab/ha. Las parroquias con menor densidad poblacional (menor a 10 hab/ha) son Lloa y Nono (INEC, 2010).

El DMQ tiene una población económicamente activa (PEA) de 1.099.021 habitantes, de los cuales 39.977 habitantes se dedican a la agricultura, ganadería, silvicultura o pesca; 5.901 personas a la explotación de minas y canteras; y 1.053.143 habitantes a otras actividades (MDMQ, 2014).

2.3.2 Tenencia de tierras

La tenencia de la tierra dentro del DMQ es variada y está relacionada a procesos y particularidades históricas de acceso a la tierra. En las zonas de los valles interandinos existen desde predios con pequeños minifundios hasta haciendas; mientras que en las zonas subtropicales, el tamaño de los predios es medio. Estas áreas enfrentan problemas tales como la fragmentación de los predios, el uso de agroquímicos para la producción y la insuficiente infraestructura para distribución del riego (MDMQ, 2015b).

En cuanto a la ocupación de los predios, de acuerdo con el Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial de Quito al 2012, “al interior de las áreas definidas como urbanas existen 86.448 predios sin construcción que corresponden a 7.932 ha y equivalen al 21% del área urbana, de este total de áreas vacantes el 48% corresponden al área de la ciudad central y el 52% se encuentran en las áreas urbanas correspondientes a las parroquias rurales” (MDMQ, 2011b). Estas áreas urbanas sin construcción presentan las siguientes características:

- El 83% de los lotes tienen servicio de agua, alcantarillado y energía eléctrica, el 15% cuentan con uno o dos servicios y solo el 2% no accede a ningún servicio.
- Según las asignaciones del Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS) el 79% del suelo está destinado a vivienda, el 6% a uso múltiple; el 3% a industria; el 2% a áreas de promoción y el 11% a agrícola residencial.
- Predominan los lotes con tamaños mayores a 5.000 m² en un 42%, el 26% de los lotes tienen superficies entre 1.501 y 5.000 m² y el 33% son lotes menores a 1.500 m².
- 401 ha son de propiedad pública, que representa el 6% de la reserva.
- 485 ha se encuentran en asentamientos regularizados cuyo proceso no concluye por falta de obtención de escrituras. La disposición y características del suelo urbano sin construcción guardan relación con el desarrollo físico histórico de la ciudad, en el que se evidencia que el área central observa un alto nivel de consolidación, ocupación del suelo y densificación, en la que el suelo urbano sin construcción no supera el 13%. Así mismo, se muestran inconsistencias de la planificación del crecimiento de la ciudad que se observa en: la amplia incorporación de suelo urbano en el sur, en el norte y en los valles adyacentes a la ciudad; en

los procesos de conurbación inter parroquiales, y, en la existencia de mecanismos restrictivos que dificultan el proceso legal de urbanización (MDMQ, 2011b).

2.3.3 Actividades económicas

La actividad productiva predominante en la mayoría de parroquias del distrito es la agropecuaria, seguida de actividades de comercio, mostrándose de esta manera que, por ejemplo, las parroquias de Atahualpa, Chavezpamba, Gualea, Lloa, Nanegal, Pacto, Perucho, Puéllaro y San José de Minas, poseen más del 50% de su población ocupada en actividades agrícolas, ganaderas, de silvicultura o pesca (INEC, 2010).

Según el Diagnóstico bioecológico del DMQ realizado por el Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales:

La actividad agropecuaria incluye unidades de autoconsumo y actividades tecnificadas de uso intensivo destinadas a la exportación. La actividad agrícola se desarrolla en 70.201 ha, representando el 17% del área total. Una superficie de 95.881 ha está destinada al uso pecuario, constituyendo el 23% de la superficie total. Dentro de esta cobertura se localizan aproximadamente 12.000 ha de pastos artificiales que equivalen a más del 3% de ese total; 10.499 ha de pastos naturales que significan más del 2%; 27.547 ha de pasto con bosques que representan el 7% y 45.008 ha de pastos con cultivos que constituyen el 11%. El uso forestal tiene la cobertura más significativa con 117.615 ha., representando el 28% del territorio. El área urbana de Quito y los asentamientos poblacionales rurales cubren 29.728 ha, lo que representa el 7% del territorio (MECN, 2010).

2.3.4 Extracción recursos no renovables

En cuanto a la extracción de recursos no renovables en el DMQ, existen concesiones mineras, zonas que ya están siendo explotadas, zonas de libre aprovechamiento y minería artesanal para materiales de construcción, de donde se extrae arena gruesa y fina, pómez, andesita (grada, vereda, cinta), ripio, lastre (escollera, cascajo), basílica, piedra bola, entre otros (MDMQ, 2013).

Dentro del DMQ se encuentran 513,29 ha de canteras, que representan el 0,12% del área; y están ubicadas en las parroquias de Calderón, Guangopolo, Guayllabamba, Lloa, Nayón, Nono, Pacto, Pifo, Pintag, Pomasqui, San Antonio, Tumbaco y Yaruquí; siendo San Antonio la parroquia con mayor superficie de éstas, con 298,28 ha (MDMQ, 2013) (*Ver Mapa 5*).

2.4 USO DEL SUELO EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Durante un estudio de análisis multitemporal entre los años de 1986 a 2009 que realizó el Municipio de Quito se pudo constatar que hay un cambio continuo de la cobertura vegetal y uso del suelo a pesar de los procesos intensivos de planificación y regulación de uso y ocupación del suelo del territorio, que demuestra una clara tendencia hacia un urbanismo acelerado en el cual se registra una tasa de crecimiento de la mancha urbana en 800 ha/año, alcanzando una área edificada de 23.846 ha, es decir el 5,8% del

territorio del DMQ; esto se debe en gran parte al crecimiento poblacional, llegando a ser actualmente 2.239.191 habitantes; lo cual ha creado un efecto de presión sobre grandes ecosistemas existentes de bosques y arbustos húmedos y secos así como de los páramos, en los que se ha registrado una tasa de deforestación de 1.700 ha/año y pérdida de páramo en 200 ha/año (MDMQ, 2013).

El DMQ actualmente dispone de 423.653,52 ha de territorio, donde únicamente la vegetación natural ocupa 266.606,41 ha, sin contar con áreas y bosques seminaturales, representando un 63% del total de la superficie. A pesar de que también existen bosques de eucalipto y pino sembrado en varias zonas del distrito, los cuales ocupan una superficie de 5.451,62 ha (1,29% del área total) (MDMQ, 2013). Por otro lado, las áreas erosionadas del DMQ ocupan una superficie de 20.774,71 ha que representa un 4,91% del total del territorio (MDMQ, 2013).

Con respecto al área edificada ocupa 47.237,23 ha dentro del DMQ, es decir un 11,15% del total del área, mientras que las canteras ocupan una superficie de 513,29 ha (0,12% del distrito) (MDMQ, 2013).

En total los sistemas productivos en el DMQ (pecuario, avícola, agrícola, agropecuario mixto y acuícola) ocupan una superficie de 88.810,06 ha, es decir el 20,96% del total de la superficie, de las cuales los pastos ocupan la mayor zona de cultivos con 67.998,87 ha que representa el 16,05% del DMQ. Dentro de los sistemas productivos, el que predomina es el sistema pecuario mercantil con una superficie de 29.324,17 ha y que representan el 33,02% de esta área (MDMQ, 2013) (*Ver Mapa 6*).

2.5 GESTIÓN MUNICIPAL EN LAS ÁREAS DE PROTECCIÓN ECOLÓGICA

En el año 2007, se aprueba la Ordenanza Municipal 213, donde se establece el Subsistema Metropolitano de Áreas Naturales Protegidas (SMANP), que es una estrategia de conservación complementaria al Sistema Nacional de Áreas Protegidas gestionada por el MAE (MDMQ, 2007).

Éste subsistema es un mecanismo de conservación y promoción del uso sustentable de los 17 ecosistemas presentes en el DMQ, y como tal reúne al conjunto de áreas protegidas que se declaren en el territorio, contempladas bajo sus categorías de manejo (APH, ACUS, AIER y Santuarios de Vida Silvestre) de las cuales se ha desarrollado a lo largo de la presente disertación. En general, el SMANP busca mantener conectadas la parte del desarrollo social con la parte de conservación ecológica desde un punto de vista participativo e incluyente, que pueda responder a los retos biológicos, socioculturales y económicos de la porción del territorio concerniente al ámbito municipal.

En total existe una superficie aproximada de 228.391,72 ha declaradas en conservación, que representa el 53,9% de la superficie total del DMQ. De este total, el SMANP representa el 60,9%, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas el 5,5%, y los bosques protectores privados, corresponden al 33,6% (Secretaría de Ambiente del DMQ, 2014). Cabe mencionar que el caso del DMQ es una experiencia única en su tipo en

el país, debido a que constituye el primer distrito que mediante Ordenanza crea su propio subsistema de áreas metropolitanas protegidas en el 2007. El desarrollo del funcionamiento del Subsistema está incorporado tanto en el Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, como en la Agenda Ambiental 2016 buscando congruencia y legitimidad en el cumplimiento de la política pública de la preservación de la naturaleza, conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecológicos tal como está estipulado en el Artículo 86 literal 3 de la Constitución del Ecuador (GADPP, 2014).

CAPÍTULO III

3.1 DETERMINACIÓN DE LA RESTRICCIÓN DE USO

Para el establecimiento de los escenarios de corredor ecológico que conecten el APH Cerro Puntas con el Corredor del Oso Andino se procedió a determinar la restricción de uso del suelo con fines de conservación y regeneración de cobertura vegetal, en base al manejo de los mapas temáticos de cobertura vegetal y el uso de suelo actual del DMQ (FONAG, 2014; MDMQ, 2013) y al mapa de actividades extractivas no renovables que se realizan dentro del distrito (canteras), proporcionados por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito a una escala 1:25 000. De esta manera, se elaboró el mapa de Restricciones de Uso (*Ver Mapa 7*), donde se reclasificó el uso del suelo del DMQ en función a los objetivos del corredor ecológico ubicándolos dentro de tres categorías:

- “Adecuado” para la conservación, es decir la vegetación natural y seminatural.
- “No adecuado” para la conservación: Ésta categoría no descarta por completo su incorporación en el corredor ecológico, sólo significa que es necesario utilizar medidas de regeneración o restitución de cobertura vegetal y la aplicación de prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente.
- “Restringido”: Bajo esta categoría se descartaron por completo las áreas que definitivamente no podían ser utilizadas para formar parte de un corredor ecológico como las estructuras construidas o edificaciones, invernaderos, suelos erosionados y canteras.

Obteniendo la siguiente clasificación del mapa temático de uso del suelo y cobertura vegetal:

Cuadro N°3: Reclasificación del mapa de uso del suelo y cobertura vegetal

Clasificación Cobertura Vegetal	Uso de suelo	Restricción de uso	Área de Restricción de uso (ha)	% de Restricción de uso
Vegetación Natural	Bosque altimontanos norte andinos siempre verdes	Adecuado	255.580,91	60,42%
	Bosques Bajos y Arbustales altoandinos paramunos			
	Bosques montanos pluviales de los Andes del norte			
	Bosque siempre verde estacionales montano bajos de los Andes del norte			
	Bosques pluviales piemontanos de los Andes del norte			
	Bosque seco interandino			
	Vegetación ribereña del piso montano xerofítico			
	Arbustales bajos y matorrales altoandinos paramunos			
	Arbustal montano de los Andes del norte			
	Arbustal seco interandino			
	Pajonales Altimontanos y montanos paramunos			
Pajonales edafocerofilos altimontanos				
Vegetación saxícola montana interandina de los Andes del norte				
Bosques y Áreas seminaturales	Bosque secundario	No adecuado	110.981,43	26,23%
	Matorral en regeneración			
	Suro con árboles			
	Suro con arbustos			
Áreas cultivadas	Eucalipto	Restringido	56.451,35	13,35%
	Pinos			
	Cultivos ciclo corto			
	Cultivos semipermanentes y permanentes			
	Suelos en preparación			
Espacios abiertos	Pasto natural	Restringido	56.451,35	13,35%
	Pasto cultivado			
	Edificaciones (Invernaderos y criaderos de aves)			
	Arenales			
	Roca			
Áreas artificiales	Glaciares	Restringido	56.451,35	13,35%
	Canteras			
	Suelo erosionado	Restringido	56.451,35	13,35%
	Edificaciones			
TOTAL			423013,69	100,0%

Elaboración propia
Fuente: MDMQ, 2013

En el Cuadro 3, se recoge la cobertura vegetal y el uso de suelo actual con su uso recategorizado al cual se lo llamo “restricción de uso”. Etiquetando a la cobertura natural y seminatural como “Adecuado” para la conservación, exceptuando a los bosques de pino y eucalipto, ya que éstos no representan vegetación nativa y en realidad se contraponen a ésta.

Por otro lado, a las concesiones mineras se les otorgó la categoría de “Restringido” ya que significan una barrera para el establecimiento del corredor ecológico y por lo tanto para la conservación.

Como el Cuadro 3 indica, en total el 60% del DMQ es adecuado el uso para la conservación, el 26,23% es no adecuado debido a la presencia de cultivos y pastos y el 13,35% es restringido debido a las áreas construidas, lo cual también se puede apreciar en el mapa de restricciones (*Ver Mapa 7*). Esto se debe a que en proporción a todo el territorio del DMQ, la cobertura natural y seminatural es mayor al área construida, o zonas urbanas.

Este mapa se lo realizó con técnicas de geoprocésamiento utilizando combinación espacial, para visualizar las zonas por donde debería y podría pasar el corredor ecológico.

Como uno de los objetivos es el de conectar las áreas núcleo que son las Áreas Protegidas del Corredor del Oso Andino y el Cerro Puntas, los ríos y quebradas que se encuentran entre estas dos funcionan como conectores, aprovechando la vegetación remanente que aquí se encuentra y que por ordenanzas del DMQ es mantenida debido a que forma parte de una zona de conservación, preservación e incremento de los recursos hidrológicos, razón por la cual se la ha considerado como un mecanismo potencial para unir las dos áreas protegidas.

A estas zonas de protección se las conoce como “zonas de seguridad hidráulica”, según la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014).

Al revisar la normativa municipal y nacional ecuatoriana para establecer el ancho que deberá tener la zona de conservación de quebradas se encontró que dentro de la legislación municipal del DMQ, las áreas de protección y conservación de quebradas ocuparán entre 6, 10 y 15 metros medidos desde el borde superior de la quebrada de acuerdo a su pendiente, por lo que el ancho del corredor debe tener al menos el mínimo de metros registrados según la ordenanza, según la Ordenanza Metropolitana 255, Sección VII Prevención, protección e implementación, art. 57; mientras que en la normativa nacional, el espacio de conservación más distante con respecto a los cuerpos de agua es de 50 y 30 metros dependiendo el conflicto que surja alrededor de ríos o quebradas, por lo que el buffer que se realizó a los costados de los ríos y quebradas principales que se encontraron entre las áreas protegidas de interés fue de 50 metros, basada en la mayor área de conservación de cuerpos de agua.

Se propone la distancia de 50 metros por tres razones, en primer lugar existen actividades productivas tales como la extracción de material (canteras) que debería conservar su distancia con respecto a los

cauces de agua, en el Ecuador no existen una distancia específica en la que deba encontrarse una cantera con respecto a los cuerpos de agua, ya que como lo explica el Reglamento Ambiental de Actividades Mineras del Ministerio de Ambiente, art. 107: “La distancia a la que se puede ejercer ésta actividad con respecto a los cuerpos de agua se determinará en el Estudio de Impacto Ambiental, donde además se deberá especificar los riesgos y medidas de protección de fuentes de agua” (MAE, 2014). A pesar de que en países como Colombia, ésta franja de protección puede ir desde 30 a 100 metros medidos a partir de la cota de máxima de inundación para los nacaderos, manantiales, esteros, lagunas y morichales con respecto a la actividad minera (Atarama, 2014).

Existen también actividades agrícolas en las inmediaciones de las quebradas por lo que se recurre al Reglamento Interministerial para el Saneamiento Ambiental Agrícola suscrito por el Ministerio de Ambiente, el Ministerio de Salud Pública, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, artículo 42 que estipula que “para la aplicación terrestre de agroquímicos se establece una franja de seguridad de 50 metros sin barreras vivas y 30 metros con barreras vivas respecto a áreas sensitivas tales como ríos, esteros y cuerpos hídricos principales que no estén destinados para el consumo humano.”

La segunda razón por la que se propone esta distancia es debido a que por las zonas donde podría pasar el corredor ecológico existe un alto nivel de amenaza de movimientos en masa según el Atlas de Amenazas Naturales y Exposición de Infraestructura del DMQ (MDMQ, 2015a). La tercera razón es que los ríos que se utilizan para conectar estas dos áreas tienen anchos que varían desde los 10 hasta los 40 metros en algunos tramos, y al hacer un buffer alrededor de una línea (el río, a escala 1:25 000) no se está considerando toda el área que abarca el cuerpo de agua y por lo tanto el ancho de la quebrada.

Tras haber realizado el mapa de restricción de uso (*Ver Mapa 7*) y el área de influencia alrededor de los ríos, se pudo determinar que la única forma de conectar los bosques del noroccidente con la vegetación del oriente del distrito es por el noreste de la zona urbana, evitando las zonas construidas de áreas urbanas y suburbanas. Desde el APH Cerro Puntas existen varias vertientes que bajan hasta encontrarse en el único río que atraviesa el Corredor del Oso Andino que es el río Guayllabamba, por donde terminaría el corredor ecológico para todas las alternativas de conexión propuestas.

3.2 ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE CONEXIÓN

3.2.1 Factor Restricción de uso

Para la elaboración de las alternativas de conexión ecológica se consideraron los remanentes de vegetación natural y seminatural del distrito, siguiendo la trayectoria de ríos y quebradas como mecanismo de conectividad conforme a las políticas de conservación que mantiene el Municipio de Quito sobre el cuidado y mantenimiento de quebradas.

Bajo un criterio de “no adecuado” para la conservación se tomaron en cuenta las zonas de cultivos y pastos debido a que si bien no es lo propicio para la elaboración del corredor, esto puede mejorar instaurando medidas de buenas prácticas agrícolas (BPA) para tener un manejo sostenible que se encuentre acorde a las políticas de conservación dentro de un corredor ecológico y aun así un desarrollo social y productivo familiar. Pero a los cultivos en invernaderos sí se les otorgó la categoría de “Restringido” para los objetivos de instauración del corredor ecológico debido a que en esta modalidad de agricultura se utilizan productos químicos que degradan el medio ambiente y las estructuras impiden el tránsito y dispersión de las especies.

De tal forma se conformaron 25 alternativas de conexiones ecológicas posibles, correspondientes a las 25 vertientes que fueron identificadas como ríos y quebradas con caudal permanente y continuo que bajaban desde el APH Cerro Puntas hasta conectarse con el río Guayllabamba que llega al Corredor del Oso Andino.

Todas las 25 alternativas de conexión ecológica irrigan el mismo río lo que cambia en cada circuito es cada una de las vertientes con las que inician desde el APH Cerro Puntas (*Ver Mapa 8*).

Posteriormente, de cada una de las alternativas de conexión propuestas se extrajeron las áreas con su respectiva restricción de uso para tabular el porcentaje de uso adecuado, no adecuado y restringido que entra en cada circuito e irlos discriminando hasta escoger el que cumpla con los requisitos de un uso adecuado a los objetivos de conservación para establecer las alternativas de conexión ecológica.

Empleando una fórmula de generación de intervalos se dividió en tres rangos a los porcentajes de restricción (A-B-C), para de esta manera agrupar y organizar las alternativas de conexión y obtener las tres más idóneas como escenarios de corredor. Entre los grupos A se encuentran los porcentajes más altos en su categoría de restricción de uso, ya sea adecuado, no adecuado o restringido; los del grupo B corresponden al grupo medio y los del grupo C son los porcentajes más bajos de su categoría, para lo cual los rangos fueron los siguientes:

Cuadro N°4: Establecimiento de los porcentajes de restricción de uso en rangos para cada una de las alternativas de conexión

RESTRICCIONES DE USO	RANGOS ALTOS (A)		RANGOS MEDIOS (B)		RANGOS BAJOS (C)	
	Rangos de %	N° circuitos	Rangos de %	N° circuitos	Rangos de %	N° circuitos
Adecuado	A (82,99-76,5)	14	B (76,4-69,9)	10	C (69,8-63,4)	1
No adecuado	A (28,18-20,8)	2	B (20,7-13,46)	1	C (13,45-6,09)	23
Restringido	A (18,8-14,71)	9	B (14,70-10,62)	0	C (10,61-6,53)	7

Los intervalos anteriores fueron obtenidos a partir de calcular la Fórmula 1:

Fórmula N°1: Fórmula de generación de intervalos

$$\text{intervalos} = \frac{\text{porcentaje mayor} - \text{porcentaje menor}}{3 (\# \text{rangos que deseo obtener})}$$

El propósito tras esta categorización en rangos es encontrar el circuito con el mayor porcentaje de uso adecuado, menor porcentaje de uso no adecuado y de restricción, es decir la combinación A-C-C.

Como se puede observar en el Cuadro 4 son 14 de 25 los circuitos los que tienen altos porcentajes de uso adecuado a los fines de conservación para la instauración del corredor ecológico, y se encuentran ubicados en el rango A. En cuanto al uso no adecuado, son 23 los circuitos que se encuentran en el rango C que corresponde a los valores más bajos en el porcentaje de uso no adecuado. Y para el uso restringido son únicamente 7 de 25 los circuitos que corresponden al rango C con los valores más bajos.

En el Cuadro 5 se observa el resultado obtenido para cada uno de los circuitos:

Cuadro N°5: Restricción de uso para cada alternativa de conexión. *En negrilla el valor más alto y más bajo de cada columna, y ordenado de mayor a menor por las hectáreas de uso adecuado.*

Circuitos	Restricción de uso						Total por circuito	Rangos		
	Adecuado		No adecuado		Restringido			Adecuado	No adecuado	Restringido
	Ha	%	Ha	%	Ha	%				
Circuito 24	451,64	82,99	42,72	7,85	49,88	9,16	544,24	A	C	C
Circuito 23	444,26	82,91	41,67	7,78	49,88	9,31	535,81	A	C	C
Circuito 25	460,2	81,96	45,34	8,08	55,93	9,96	561,47	A	C	C
Circuito 7	356,36	81,23	29,14	6,64	53,2	12,13	438,7	A	C	B
Circuito 4	343,96	80,14	33,47	7,8	51,78	12,06	429,22	A	C	B
Circuito 9	344,22	79,89	34,71	8,06	51,94	12,05	430,87	A	C	C
Circuito 20	353,36	79,76	35,45	8	54,21	12,24	443,02	A	C	B
Circuito 19	340,69	79,75	33,1	7,75	53,4	12,5	427,19	A	C	B
Circuito 3	339,44	79,7	35,88	8,42	50,59	11,88	425,91	A	C	B
Circuito 21	447,61	79,58	54,56	9,7	60,3	10,72	562,47	A	C	B
Circuito 5	346,38	79,09	34,61	7,9	56,96	13,01	437,95	A	C	B
Circuito 22	436,91	78,3	49,31	8,84	71,78	12,86	558	A	C	B
Circuito 6	344,83	78,05	40,7	9,21	56,29	12,74	441,82	A	C	B
Circuito 10	328,12	77,42	25,79	6,09	69,93	16,5	423,84	A	C	A
Circuito 11	319,99	75,41	31,89	7,52	72,46	17,08	424,34	B	C	A
Circuito 13	317,64	75,27	35,68	8,45	68,69	16,28	422,01	B	C	A
Circuito 14	317,64	75,04	37,05	8,75	68,59	16,2	423,29	B	C	A
Circuito 16	320,52	75,01	35,23	8,24	71,55	16,74	427,31	B	C	A
Circuito 17	319,86	74,62	36,79	8,58	72,03	16,8	428,67	B	C	A

Circuitos	Restricción de uso						Total por circuito	Rangos		
	Adecuado		No adecuado		Restringido			Ha	Adecuado	No adecuado
	Ha	%	Ha	%	Ha	%				
Circuito 8	310,96	74,55	44,3	10,62	61,82	14,82	417,09	B	C	C
Circuito 12	317,64	73,92	43,08	10,02	68,98	16,05	429,71	B	C	A
Circuito 15	317,58	73,45	36,61	8,47	78,17	18,08	432,37	B	C	A
Circuito 2	245,94	71,77	74,37	21,7	22,37	6,53	342,68	B	A	C
Circuito 18	286,22	70,96	50,69	12,57	66,43	16,47	403,34	B	C	A
Circuito 1	240,02	63,44	106,61	28,18	31,7	8,38	378,33	C	A	C
Total por restricción de uso (ha)	8.651,9	77,32	1.068,7	9,55	1.468,8	13,13	11.189,65			

Elaboración propia

Fuente: MDMQ, 2013

En el Cuadro 5 se encuentran resaltadas las alternativas de conexión que tuvieron mayor porcentaje de uso adecuado, menor porcentaje de uso no adecuado y de restricción (A-C-C) que resultaron ser los circuitos 9, 23, 24 y 25.

Analizando el Cuadro 5, en promedio el 77% de los circuitos o alternativas de conexión mantienen un uso adecuado a los fines de conservación, lo cual corresponde a la vegetación natural o seminatural existente en las quebradas entre las dos áreas protegidas.

En promedio, el porcentaje de restricción es del 13,2% lo cual representa menos de la cuarta parte del uso de suelo, por lo que en general las alternativas de conexión tienen una buena posibilidad de conexión de un área núcleo a otra.

El circuito 1, que inicia con el río Coyago, es el único que tiene mayor número de tramos fuera del DMQ ya que coincide con el límite cantonal entre el Distrito, Cayambe y Pedro Moncayo (*Ver Mapa 8*), y es el circuito más intervenido (28,18% de uso no adecuado) con usos de suelo agropecuario y menor porcentaje de cobertura natural y seminatural (63%). Mientras que el circuito con mayor cobertura vegetal resultó ser el circuito 24 que corresponde a un afluente del río Chiche con 83% de uso adecuado y 9,16% de restricción, que aunque no sea el porcentaje más bajo de restricción está entre el grupo de los más bajos; siendo el porcentaje más bajo en áreas restringidas el del circuito 2 con 6,53%, aunque éste tiene el segundo porcentaje más bajo de cobertura vegetal con 71,7%.

3.2.2 Factor Superficie

Tras haber obtenido los circuitos con mejor uso de suelo bajo el criterio de restricción de uso, otro factor de decisión que se tomó en cuenta para discernir cuál alternativa de conexión de entre los mejores 4, resultaría ser el mejor escenario de corredor ecológico es la distancia.

Bajo la perspectiva de incentivar la movilidad directa por el corredor ecológico por parte de la fauna que pudiera utilizarlo se buscaría el camino más corto entre las zonas núcleo; pero bajo una perspectiva de promover la conservación del ecosistema arbustal seco interandino de Quito, del cual queda aproximadamente tan sólo el 7% con 28.720,4 ha (MDMQ, 2013), se tiene que el mejor escenario de corredor ecológico sería el circuito que abarque mayor área con vegetación remanente de estas zonas semi-áridas y por lo tanto mayor superficie entre las áreas protegidas, consideradas áreas núcleo.

En consecuencia, lo que se realiza a continuación es aplicar el mismo esquema metodológico que con el factor de restricción de uso, nuevamente se dividió en tres rangos (A-B-C) a los valores en hectáreas que acoge cada circuito. En el Cuadro 6 en el grupo A se encuentran los valores más altos correspondientes a la distancia recorrida entre una y otra área protegida, al grupo B pertenecen los valores medios y al grupo C los valores más bajos, para lo cual los rangos fueron los siguientes:

Cuadro N°6: Rangos de la restricción de uso de las alternativas de conexión

Rangos	Superficie de la distancia (ha)	N° circuitos
A	(561,47-517,93)	1
B	(517,94-474,30)	2
C	(474,40-430,87)	1

En el Cuadro 7 se muestran las superficies de las distancias que recorren las alternativas de conexión con sus rangos correspondientes:

Cuadro N°7: Cuadro comparativo de las 4 mejores alternativas de conexión con respecto a su superficie

Circuitos	Superficie		
	Total (ha)	%	Puntaje
Circuito 9	430,87	3,85	C
Circuito 23	535,81	4,79	B
Circuito 24	544,24	4,86	B
Circuito 25	561,47	5,02	A

Elaboración propia
Fuente: MDMQ, 2013

Teniendo en cuenta que los 4 circuitos son buenas alternativas de conectividad ecológica, bajo una perspectiva de movilidad el mejor recorrido resultó ser el circuito 9 con la quebrada Lalagachi, que es el camino más directo (con 430,87 ha) entre el APH del Cerro Puntas y el Corredor del Oso Andino, tal y como se observa en el Cuadro 7.

A pesar de ello, los otros 3 circuitos no se descartan por completo debido a que a continuación se procede a definir la mejor alternativa de conectividad que además promueva la conservación de vegetación

remanente perteneciente al ecosistema seco que se encuentra en las laderas de las quebradas del DMQ (Ver Mapa 2).

Bajo este criterio, lo que ahora se busca son los circuitos que abarquen mayor área y por lo tanto alberguen mayor cobertura vegetal remanente.

Aplicando el mismo esquema metodológico anterior, se analizan las 25 alternativas de conexión y se divide en tres rangos (A-B-C) a los valores en hectáreas de cada circuito. En el grupo A se encuentran los valores más altos correspondientes a la mayor distancia recorrida entre una y otra área protegida, al grupo B pertenecen los valores medios y al grupo C los valores más bajos (menor distancia recorrida), para lo cual los rangos fueron los siguientes:

Cuadro N°8: Rangos de la restricción de uso de las alternativas de conexión

Rangos	Superficie (Ha)	N° circuitos
A	(562,47- 489,21)	5
B	(489,20- 415,95)	17
C	(415,94- 342,68)	3

En el Cuadro 9 se muestran las superficies de las distancias recorridas por las alternativas de conexión con sus rangos correspondientes:

Cuadro N°9: Cuadro comparativo de las Alternativas de conexión con respecto a sus superficies. *En negrilla el valor más alto y más bajo, y ordenado de mayor a menor por la superficie en hectáreas.*

CIRCUITOS	SUPERFICIE (HA)	RANGOS
Circuito 21	562,47	A
Circuito 25	561,47	A
Circuito 22	558	A
Circuito 24	544,24	A
Circuito 23	535,81	A
Circuito 20	443,02	B
Circuito 6	441,82	B
Circuito 7	438,7	B
Circuito 5	437,95	B
Circuito 15	432,37	B
Circuito 9	430,87	B
Circuito 12	429,71	B
Circuito 4	429,22	B
Circuito 17	428,67	B
Circuito 16	427,31	B
Circuito 19	427,19	B
Circuito 3	425,91	B

CIRCUITOS	SUPERFICIE (HA)	RANGOS
Circuito 11	424,34	B
Circuito 10	423,84	B
Circuito 14	423,29	B
Circuito 13	422,01	B
Circuito 8	417,09	B
Circuito 18	403,34	C
Circuito 1	378,33	C
Circuito 2	342,68	C
TOTAL (ha)	11.189,65	

Elaboración propia
Fuente: MDMQ, 2013

En el Cuadro 9 se encuentran resaltados los circuitos que demostraron ser las mejores opciones en cuanto a superficie por ser los más grandes, y éstos son: el circuito 21, 25 y 22 con 562,47; 561,47 y 558 hectáreas respectivamente.

3.2.3 Análisis del Factor de Restricción de uso vs Factor Superficie

Tras obtener la evaluación que aporta el factor de restricción más la evaluación que aporta el factor de distancia se contrastan ambos para decidir cuáles son las mejores alternativas de conexión para la gestión de quebradas.

Con respecto al factor de restricción de uso, del resultado anterior se obtuvieron las mejores opciones en cuanto al uso adecuado para la conservación (las correspondientes a la categoría A), y lo propio para el factor de distancia. A partir de las cuales, se tomará en cuenta para establecer los mejores circuitos y opciones de conexión, la regla de decisión será que tanto para distancia como para restricción de uso en la categoría de adecuado sólo se considerarán las que se encuentren en el rango A.

A continuación se muestra el resultado de la comparación de ambos factores de decisión:

Cuadro N° 10: Cuadro comparativo entre los rangos de superficie de la distancia y restricción de uso. Ordenado de mayor a menor por el porcentaje de uso adecuado, y en negrillas los puntajes más altos (A).

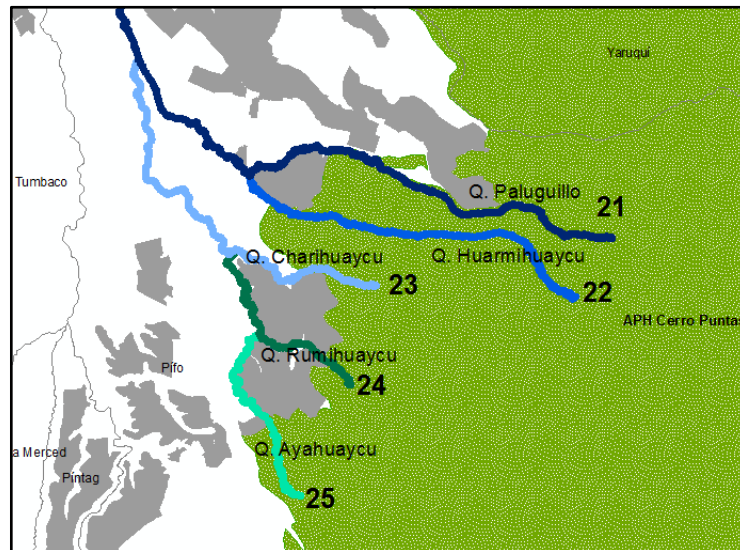
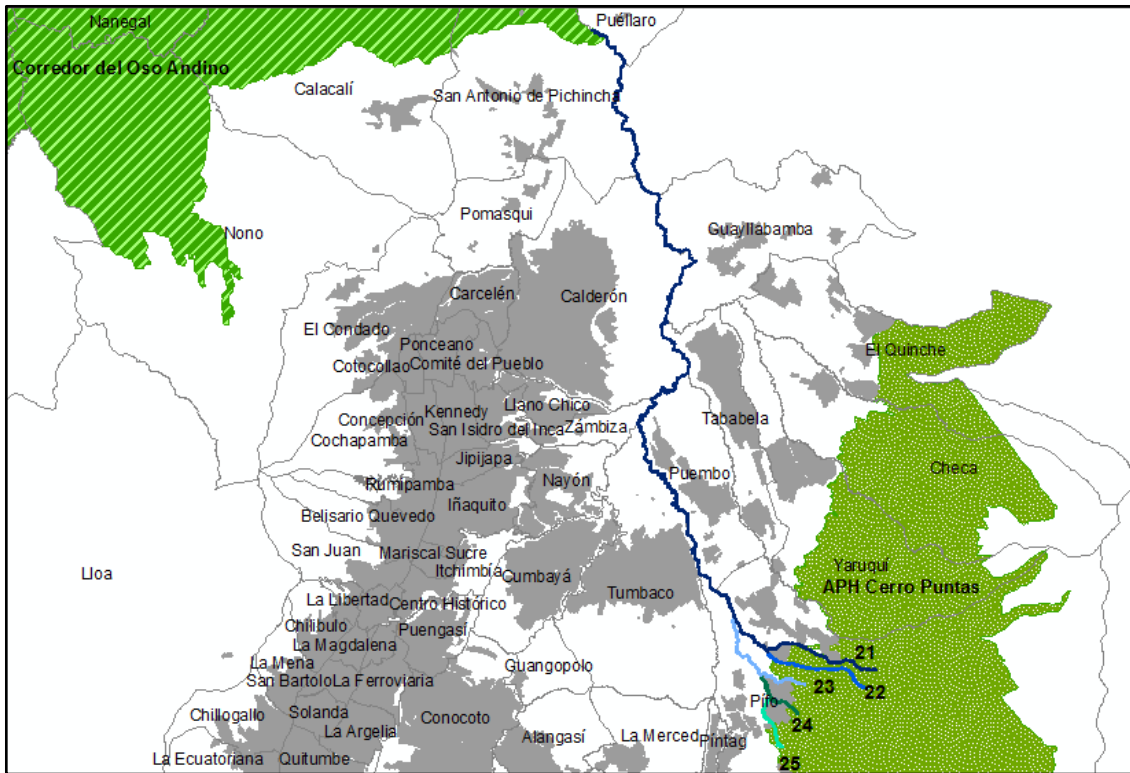
Circuitos	Superficie de la distancia			Restricción de uso "Adecuado"		
	Total (ha)	%	Puntaje	Ha	%	Puntaje
Circuito 25	561,47	5,02	A	460,2	5,32	A
Circuito 24	544,24	4,86	A	451,64	5,22	A
Circuito 21	562,47	5,03	A	447,61	5,17	A
Circuito 23	535,81	4,79	A	444,26	5,13	A
Circuito 22	558	4,99	A	436,91	5,05	A
Circuito 7	438,7	3,92	B	356,36	4,12	A
Circuito 20	443,02	3,96	B	353,36	4,08	A
Circuito 5	437,95	3,91	B	346,38	4,00	A
Circuito 6	441,82	3,95	B	344,83	3,99	A
Circuito 4	429,22	3,84	B	343,96	3,98	A
Circuito 9	430,87	3,85	B	344,22	3,98	A
Circuito 19	427,19	3,82	B	340,69	3,94	A
Circuito 3	425,91	3,81	B	339,44	3,92	A
Circuito 10	423,84	3,79	B	328,12	3,79	A
Circuito 11	424,34	3,79	B	319,99	3,70	B
Circuito 16	427,31	3,82	B	320,52	3,70	B
Circuito 17	428,67	3,83	B	319,86	3,70	B
Circuito 12	429,71	3,84	B	317,64	3,67	B
Circuito 13	422,01	3,77	B	317,64	3,67	B
Circuito 14	423,29	3,78	B	317,64	3,67	B
Circuito 15	432,37	3,86	B	317,58	3,67	B
Circuito 8	417,09	3,73	B	310,96	3,59	B
Circuito 18	403,34	3,60	C	286,22	3,31	B
Circuito 2	342,68	3,06	C	245,94	2,84	B
Circuito 1	378,33	3,38	C	240,02	2,77	C
TOTAL	11.189,65	100		8.651,99	100	

Elaboración propia
Fuente: MDMQ, 2013

Como se observa en el Cuadro 10, son 5 circuitos los que resultaron ser las mejores opciones dentro de ambos factores de decisión, y cumplen con la regla de decisión de estar categorizados como A-A, y estos son el circuito 21, 22, 23, 24 y 25.

En el Gráfico 1, se muestra el detalle de las quebradas que resultaron seleccionadas, éstas corresponden a la quebrada Charihuaycu que es el circuito 23, la quebrada Rumihuaycu que es el circuito 24 y la quebrada Ayahuaycu que pertenece al circuito 25.

Gráfico N°1: Los 5 mejores circuitos en restricción de uso y superficie de distancia



Elaboración propia
Fuente: MDMQ, 2013

Como se puede observar en el Gráfico 1, los circuitos 21, 22, 23, 24, y 25 alimentan el mismo cauce del río Chiche. Estos son los escenarios de corredor ecológico que bajo los factores de decisión de distancia y restricción de uso resultaron ser las mejores opciones para formar parte de un corredor bajo criterios de cobertura vegetal remanente, menor área de uso inadecuado del suelo, es decir zonas con cultivos y pastizales y manteniendo una menor área de suelo restringido con zonas construidas y canteras.

A continuación se caracteriza cada uno de los escenarios para determinar de forma puntual las ventajas y desventajas que trae consigo cada opción, incorporando un factor de decisión de ordenamiento territorial.

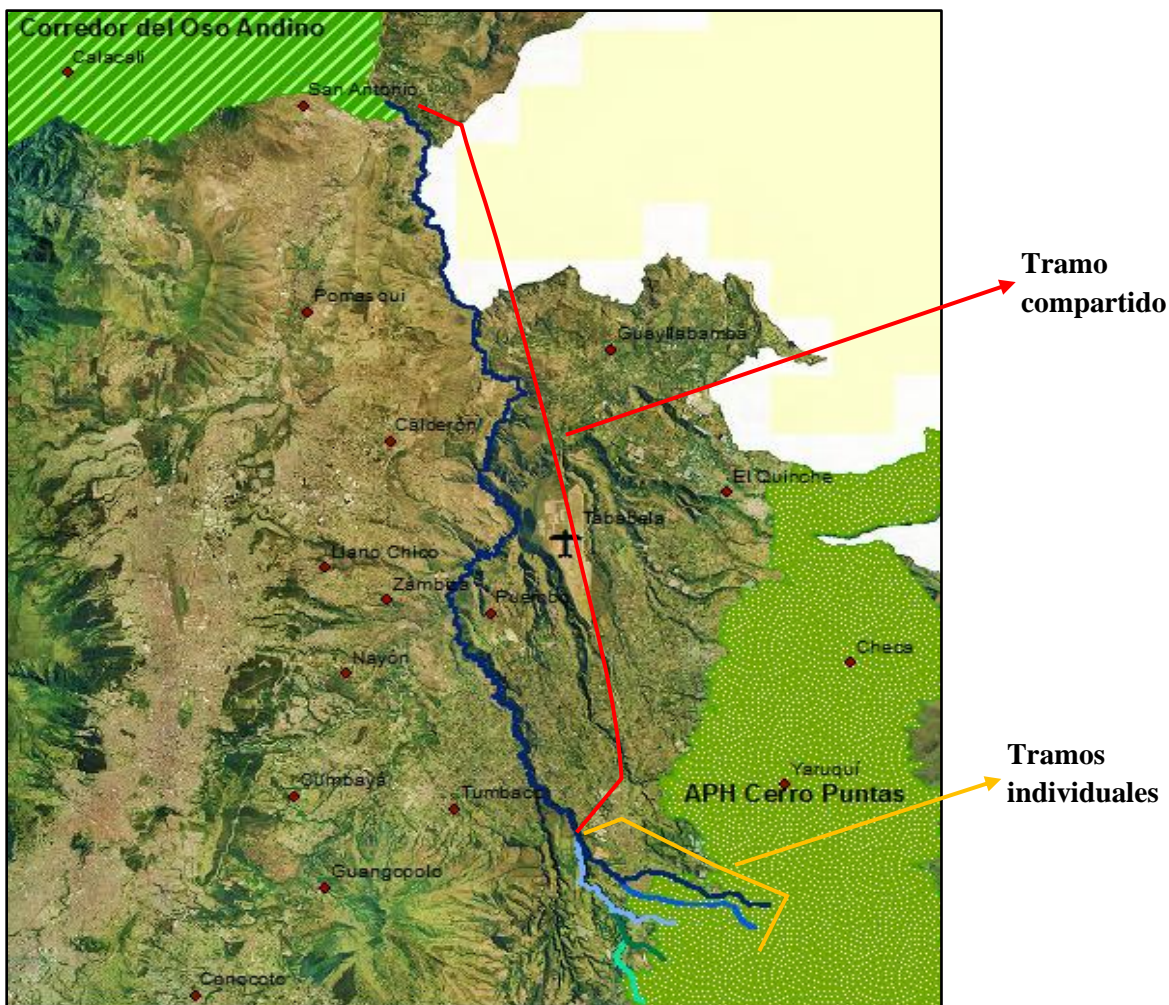
3.2.4 Factor Ordenamiento Territorial

3.2.4.1 Caracterización de conflictos de los escenarios de gestión

Las cinco mejores opciones de conexión ecológica convergen en el río Chiche. El cañón del río Chiche si bien es cierto no tienen ningún status de conservación, pero su pendiente dificulta la agricultura y la construcción, promoviendo el desarrollo de vegetación natural característica de un ecosistema semiárido arbustivo, siendo el perfecto escenario para que se desarrolle una propuesta de gestión de quebradas.

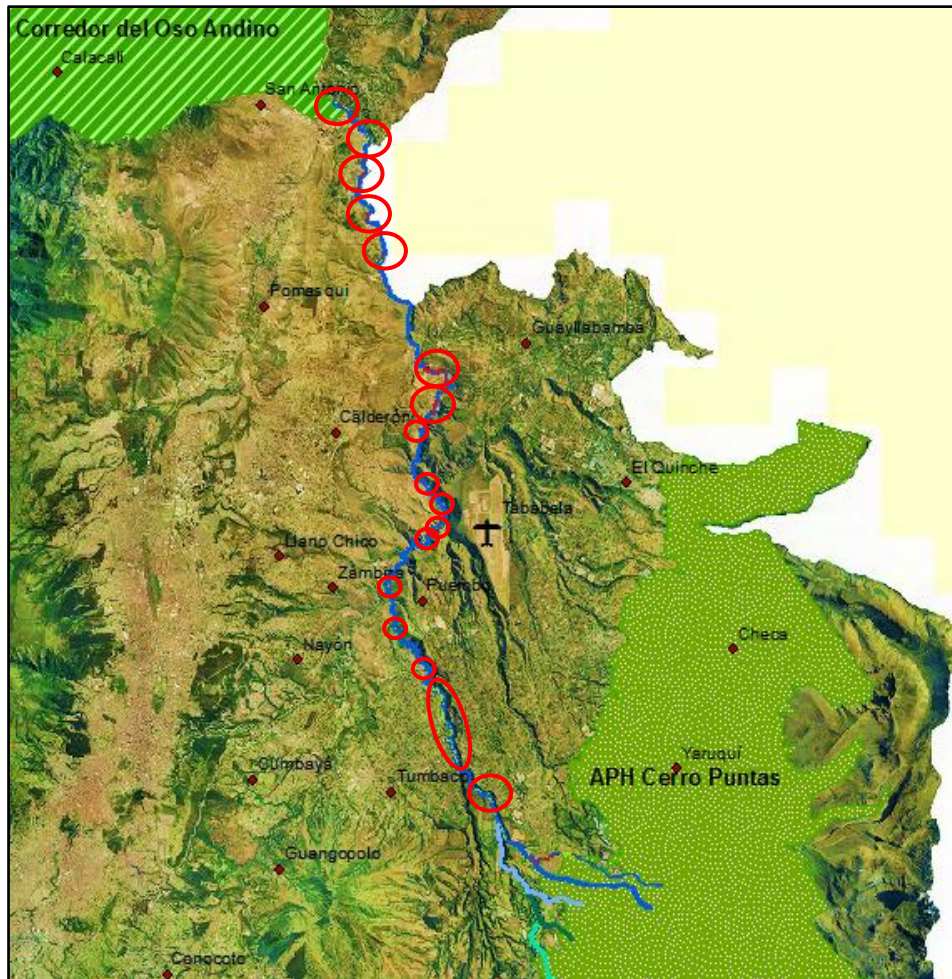
Debido a que los cinco escenarios de corredor terminan por unirse al río Chiche y posteriormente al río Guayllabamba, al realizar la caracterización los circuitos van a compartir los mismos conflictos hasta su división individual. El tramo compartido va desde el Corredor del Oso Andino en la parroquia de San Antonio de Pichincha hasta el nodo donde confluyen las cinco quebradas (quebrada Paluguillo, Huarmihuaycu, Charihuaycu, Rumihuaycu y Ayahuaycu) que inician en el APH Cerro Puntas en la parroquia de Pifo, como se muestra a continuación en el Gráfico 2.

Gráfico N°2: División de tramos del corredor ecológico



En este primer tramo compartido se visualizaron 17 conflictos, como se observa en el Cuadro 11. Para intenciones de la presente caracterización el término conflicto se refiere a las áreas categorizadas como no adecuadas o restringidas debido a que su uso de suelo actual se contrapone a los fines de conservación que requiere un corredor ecológico, y es un conflicto dado que estas áreas se encuentran dentro de las alternativas de conexión encontradas.



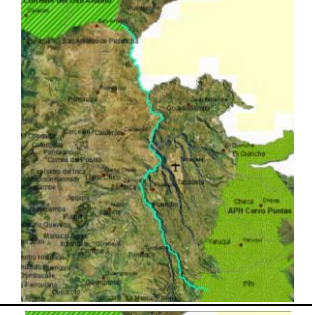


Gráfico N°3: Conflictos compartidos por todos los circuitos de conexión



Existen tramos que a pesar de encontrarse fuera del DMQ, lejos del tramado urbano son áreas erosionadas, o áreas con cultivos de ciclo corto en Pedro Moncayo, según la caracterización de ecosistemas de la FONAG (FONAG, 2014).

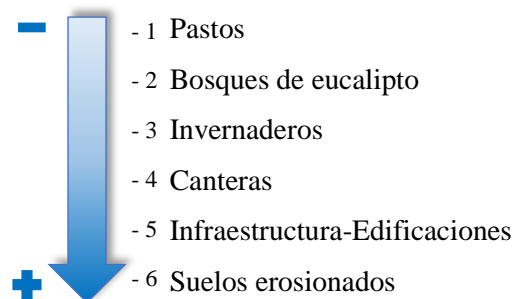
A continuación se procedió a realizar un cuadro donde se visualizan los conflictos dentro de cada alternativa de conexión ecológica con las áreas que éstos abarcan y la categoría que se le asignó a cada tipo de conflicto. Estas categorías son alto, medio y bajo, determinadas no tanto por su impacto en el ambiente sino más bien orientadas a la dificultad que representan para la gestión de un uso de suelo compatible con la conservación y preservación del medio ambiente.

Cuadro N°11: Cuadro de conflictos de los escenarios de corredor ecológico

Circuitos	Gráfico	Conflictos presentes	Área por conflicto (ha)	Categoría del conflicto
Circuito 21: Palaguillo		Invernaderos	0,64	Alto
		Suelos erosionados	9,80	Alto
		Infraestructura-edificaciones	10,46	Alto
		Canteras	39,40	Alto
		Pastos	38,60	Medio
		Bosque de eucalipto	14,61	Medio
		Cultivo ciclo corto/áreas erosionadas	0,95	Medio
		Cultivos permanentes - frutales	0,40	Bajo
Circuito 22: Huarmihuaycu		Invernaderos	0,52	Alto
		Suelos erosionados	9,83	Alto
		Infraestructura-edificaciones	22,02	Alto
		Canteras	39,40	Alto
		Pastos	30,96	Medio
		Bosque de eucalipto	17,00	Medio
		Cultivo ciclo corto/áreas erosionadas	0,95	Medio
		Cultivos permanentes - frutales	0,40	Bajo
Circuito 23: Charihuaycu		Invernaderos	0	Alto
		Suelos erosionados	9,83	Alto
		Infraestructura-edificaciones	0,68	Alto
		Canteras	39,36	Alto
		Pastos	24,7	Medio
		Bosque de eucalipto	15,63	Medio
		Cultivo ciclo corto/áreas erosionadas	0,95	Medio
		Cultivos permanentes - frutales	0,4	Bajo
Circuito 24: Rumihuaycu		Invernaderos	0,00	Alto
		Suelos erosionados	9,84	Alto
		Infraestructura-edificaciones	0,68	Alto
		Canteras	39,36	Alto
		Pastos	24,02	Medio
		Bosque de eucalipto	17,35	Medio
		Cultivo ciclo corto/áreas erosionadas	0,95	Medio
		Cultivos permanentes - frutales	0,40	Bajo
Circuito 25: Ayahuaycu		Invernaderos	5,07	Alto
		Suelos erosionados	9,83	Alto
		Infraestructura-edificaciones	1,67	Alto
		Canteras	39,36	Alto
		Pastos	27,70	Medio
		Bosque de eucalipto	16,29	Medio
		Cultivo ciclo corto/áreas erosionadas	0,95	Medio
		Cultivos permanentes - frutales	0,40	Bajo

Como se puede observar en el Cuadro 11, las cinco alternativas de conexión ecológica comparten el mismo número de conflictos, pero cada circuito abarca un área de conflicto diferente, que es lo que se utiliza para discernir el mejor escenario de corredor ecológico a partir de un proceso jerárquico de análisis multicriterio, utilizando el método de Saaty, que proporciona evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios, dando como resultado es una jerarquización de prioridades que muestran preferencia global para cada una de las alternativas de decisión. La aplicabilidad del método consistió en otorgar pesos para seleccionar alternativas en función de cinco variables, éstas fueron cada uno de los conflictos hallados para los cinco escenarios de corredor ecológico (Invernaderos, suelos erosionados, infraestructura o edificaciones, canteras, pastos y bosque de eucalipto), los dos últimos conflictos (cultivo ciclo corto/áreas erosionadas y cultivos permanentes - frutales) no se tomaron en cuenta dado que sus valores fueron los mismos en cada escenario porque están presentes en el tramo que comparten.

Lo primero que se realizó fue una tabla comparativa por pares entre los criterios de conflictos para contrastar uno a uno y determinar qué conflicto implicaría menos trabajo de gestión y recuperación, para lo cual se estableció una línea de priorización que va de menor a mayor trabajo de gestión:



Esta escala de medición se determinó debido a que los suelos erosionados son el peor conflicto en cuanto a recuperación del espacio geográfico ya que consiste en mayor inversión en tiempo y dinero hasta lograr ver una regeneración de cobertura vegetal, siguiéndole la infraestructura construida ya que implica una gestión del MDMQ y sus políticas de ocupación y ordenamiento territorial para tomar las medidas necesarias con respecto a estos espacios; mientras que, por otro lado los pastos serían el conflicto que menor esfuerzo de gestión significarían con respecto a los demás ya que en este caso se propondrían zonas de recuperación y regeneración de cobertura vegetal nativa y son cambios que se verían en un menor tiempo a comparación de tener un suelo erosionado o infraestructura construida.

Bajo esta regla de decisión se compara uno a uno cada criterio, otorgándole pesos para obtener la ponderación que será útil para comparar todos los escenarios y todos los criterios en una tabla final.

Cuadro N° 12: Comparación de ponderaciones de los criterios de cada conflicto entre sí

	Invernaderos	Suelos erosionados	Infraestructura-edificaciones	Canteras	Pastos	Bosque de eucalipto	Matriz normalizada						Vector promedio
Invernaderos	1	4	3	2	0,33	0,50	0,13	0,19	0,19	0,18	0,14	0,12	0,158
Suelos erosionados	0,25	1	0,5	0,33	0,17	0,20	0,03	0,05	0,03	0,03	0,07	0,05	0,043
Infraestructura-edificaciones	1	2	1	0,5	0,20	0,25	0,13	0,10	0,06	0,05	0,08	0,06	0,079
Canteras	0,5	3	2	1	0,25	0,33	0,06	0,14	0,13	0,09	0,10	0,08	0,101
Pastos	3	6	5	4	1	2	0,39	0,29	0,32	0,37	0,41	0,47	0,373
Bosque de eucalipto	2	5	4	3	0,50	1	0,26	0,24	0,26	0,28	0,20	0,23	0,245
SUMA	7,75	21,00	15,5	10,83	2,45	4,28							

Elaboración propia
Fuente: MDMQ, 2013

El criterio al que se le da prioridad es el de la fila que se compara con el de la columna, así en el Cuadro 12 se observa que en la primera fila, a invernaderos comparado sí mismo se le otorga el valor de 1, y comparado con respecto a suelos erosionados se le ha otorgado un peso de 4, es decir que se prefiere 4 veces un invernadero a la presencia de un suelo erosionado, tal y como se presentó en la línea de prioridades anterior, lo propio con el criterio de infraestructura que se le otorgó un peso de 3 a invernaderos por sobre infraestructura construida, un peso de 2 a invernaderos por sobre canteras y para pastos y bosque de eucalipto lo que se realizó fue darle el valor inverso de la comparación de los mismos criterios ya que en este caso no se prefieren invernaderos por sobre pastos o bosque, que son más fáciles de gestionar (en costos, tiempo y política pública) que un invernadero, por lo que se toma el valor que se dio en la fila de pastos con la columna de invernaderos que es 3 y se calcula su valor inverso para obtener 0,33, y lo mismo se realizó para el criterio de bosques de eucalipto obteniendo 0,5 que es valor inverso de 2. Y de esta manera se continuó hasta proporcionar pesos para cada par de conflictos.

A continuación se procedió a comparar los escenarios de conexión ecológica entre sí con respecto a cada conflicto, en este caso cada uno de los 5 conflictos tomados en cuenta, donde se fue comparando la importancia de cada uno de ellos con los demás y otorgándole un peso que a su vez proporciona una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valor entre pares de factores (*Ver Tabla 1 en Anexos*).

Para explicar el método utilizado se tomó uno de los criterios de conflictos, en esta ocasión el de invernaderos:

Cuadro N° 13: Comparación de los circuitos con respecto al conflicto “Invernaderos”

	Invernaderos										Vector promedio
	circuito 21	circuito 22	circuito 23	circuito 24	circuito 25	Matriz normalizada					
circuito 21	1	0,33	0,33	0,33	5	0,10	0,04	0,12	0,12	0,24	0,123
circuito 22	3	1	0,33	0,33	5	0,29	0,13	0,12	0,12	0,24	0,180
circuito 23	3	3	1	1	5	0,29	0,40	0,35	0,35	0,24	0,326
circuito 24	3	3	1	1	5	0,29	0,40	0,35	0,35	0,24	0,326
circuito 25	0,2	0,2	0,2	0,2	1	0,02	0,03	0,07	0,07	0,05	0,047
SUMA	10,20	7,53	2,87	2,87	21,00						

	Área de conflicto (Ha)
circuito 21	0,56
circuito 22	0,43
circuito 23	0,00
circuito 24	0,00
circuito 25	5,01

Elaboración propia
Fuente: MDMQ, 2013

Como se muestra en el Cuadro 13, la comparación se la fue realizando conforme a los valores en hectáreas que se obtuvieron de ese conflicto para cada escenario, determinando que valor fue mejor con respecto al del otro escenario, así el escenario 21 con 0,56 ha de invernaderos no es mejor al escenario 22 con 0,43 ha de Invernaderos por lo que su valor es calculado a 1/el valor comparativo del escenario 22 sobre el escenario 21, al cual se le otorgó un peso de 3, en esta categoría los pesos fueron de 1-3-5, donde 1 era para escenarios con los mismos valores, 3 para el escenario que en comparación era mejor que el otro pero la diferencia no era demasiada y 5 cuando el escenario era mejor por un valor de 5 vs 0 como el caso del escenario 23 comparado con el 25.

Posteriormente se normalizó la matriz, es decir se divide el valor para su total. Y se establece el vector promedio para cada uno de los criterios, que no es más que el promedio del valor obtenido en la matriz normalizada.

Para finalmente obtener un cuadro donde se comparan todos los conflictos y todos los escenarios de conexión. Para ello se utilizaron los vectores promedio resultantes entre cada uno de los conflictos y la ponderación es el resultado del Cuadro 13 de la comparación por pares entre cada uno de los conflictos.

Cuadro N° 14: Comparación los conflictos por cada alternativa de conexión

	Invernaderos	Suelos erosionados	Infraestructura-edicaciones	Canteras	Pastos	Bosque de eucalipto	TOTAL
circuito 21	0,123	0,349	0,061	0,125	0,055	0,374	0,164
circuito 22	0,180	0,184	0,028	0,125	0,098	0,122	0,118
circuito 23	0,326	0,184	0,368	0,250	0,294	0,249	0,284
circuito 24	0,326	0,098	0,368	0,250	0,402	0,080	0,280
circuito 25	0,047	0,184	0,175	0,250	0,152	0,176	0,154
PONDERACIÓN	0,158	0,043	0,079	0,101	0,373	0,245	

Elaboración propia

Fuente: MDMQ, 2013

El Cuadro 14 es el resultado arrojado tras haber realizado la jerarquización analítica con ponderación de Saaty, que se obtuvo utilizando los vectores promediados para cada criterio de conflicto, la ponderación que fue resultado de la tabla anterior (Cuadro 12) donde se compara cada conflicto entre si otorgándole un juicio de valor con respecto del otro. El total se consiguió tras hacer una suma ponderada, es decir multiplicando el valor de cada criterio en cada escenario por el de la ponderación para ese criterio y sumando los valores de la fila de cada escenario; así por ejemplo se tiene que para el escenario 21 se multiplicó el valor de invernaderos (0,123) por la ponderación para invernaderos (0,158), lo mismo se hizo para suelos erosionados, infraestructura, canteras, etc. A continuación se sumaron estos valores obteniendo el total.

De esta manera, según el Cuadro 14 los mejores escenarios con menor nivel de conflicto son el escenario 23 y 24, seguidos por el 21, el 25 y al último el escenario 22.

Al analizar únicamente los tipos de conflicto, el mejor escenario con menores dificultades en su gestión de quebradas resultaría ser el circuito 23. Pero al incluir la cobertura vegetal y la superficie de las alternativas de conexión en la ponderación jerárquica se obtuvo lo siguiente:

Cuadro N° 15: Comparación los criterios de conflictos, cobertura vegetal y superficie por cada alternativa de conexión

	Invernaderos	Suelos erosionados	Infraestructura-edicaciones	Canteras	Pastos	Bosque de eucalipto	Cobertura vegetal	Superficie	TOTAL
Circuito 21	0,123	0,349	0,061	0,125	0,055	0,374	0,148	0,426	0,196
Circuito 22	0,180	0,184	0,028	0,125	0,098	0,122	0,083	0,245	0,120
Circuito 23	0,326	0,184	0,368	0,250	0,294	0,249	0,634	0,090	0,419
Circuito 24	0,326	0,098	0,368	0,250	0,402	0,080	0,769	0,158	0,487
Circuito 25	0,047	0,184	0,175	0,250	0,152	0,176	0,388	0,377	0,296
PONDERACION	0,066	0,026	0,038	0,047	0,124	0,091	0,465	0,144	

En el Cuadro 15 se han incluido los criterios de cobertura vegetal y superficie de cada una de las alternativas de corredor ecológico además de los conflictos con los que se obtuvo el resultado anterior; como se puede ver el resultado cambia, poniendo como mejor escenario al circuito 24 seguido muy de cerca por el circuito 23, esto se debe a que la cobertura vegetal y superficie son mayores en el escenario 24 como se puede observar en detalle en el Cuadro 10. Determinando que los dos escenarios (23 y 24) son buenas opciones para el establecimiento de un corredor ecológico ya que tienen altos porcentajes de cobertura vegetal natural, abarcan gran superficie de ecosistema arbustal seco interandino y tras haber analizado sus conflictos, tienen alta probabilidad de facilidad en la gestión para la restauración de la cobertura vegetal en las quebradas.

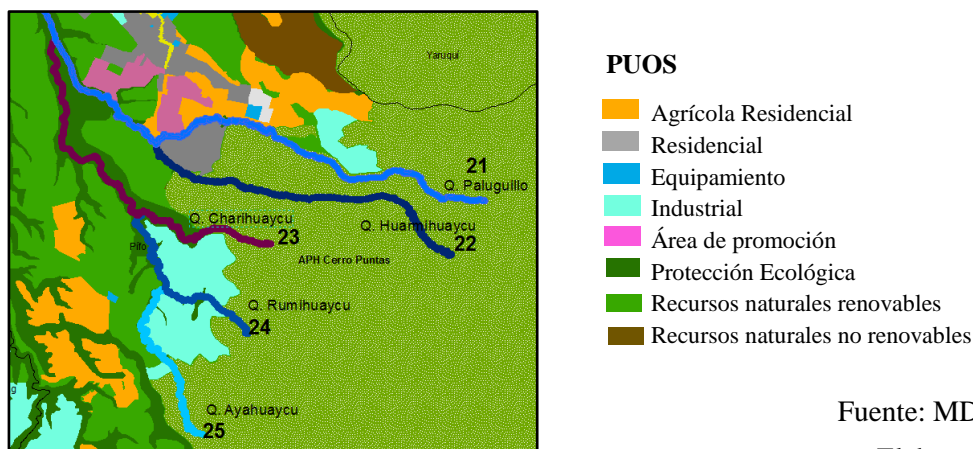
A partir de estos dos escenarios se elaboró otro criterio dentro del factor de decisión de ordenamiento territorial para compararlos y analizar el mejor escenario para la gestión de quebradas en el DMQ.

3.2.4.2 Escenarios contrastados con el Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS)

Tras haber analizado estos cinco escenarios con respecto a los conflictos que cada uno presentaba en su uso de suelo actual se determinó que de los cinco las mejores opciones fueron el escenario 23 (Quebrada Charihuaycu) y 24 (Quebrada Rumihuaycu).

Pero ¿qué es lo que pasa bajo las políticas de ordenamiento territorial?, al verificar estos escenarios con el uso de suelo potencial, es decir tras analizarlo con el PUOS que maneja el MDMQ, se encontró lo siguiente:

Gráfico N°4: Comparación de los cinco escenarios de corredor ecológico con respecto al PUOS 2014



El Gráfico 4 muestra que el escenario 21 se encuentra inmerso en una zona peri-urbana con áreas residenciales, agrícolas residenciales, áreas de promoción y equipamiento. Por otra parte el escenario 22 se encuentra con un tramo dentro de una zona residencial.

Mientras que los escenarios 23, 24 y 25 se encuentran muy próximos a una zona industrial de alto impacto con clasificación I3, es decir que son “instalaciones que aún bajo normas de control de alto nivel producen efectos nocivos por descargas líquidas no domésticas, emisiones de combustión, emisiones de procesos, emisiones de ruido, vibración, residuos sólidos, además de riesgos inherentes a sus labores; instalaciones que requieren soluciones técnicas de alto nivel para la prevención, mitigación y control de todo tipo de contaminación y riesgos” (MDMQ, 2015c). Esta zona industrial ubicada según el PUOS se encuentra colindando con el área de protección de humedales del Cerro Puntas, lo que representa un riesgo para la conservación de esta zona de páramo (*Ver Mapa 9*).

En el Gráfico 4 se observa que en realidad las tres alternativas de conexión están cerca de la zona industrial delimitada bajo el PUOS del DMQ, pero el circuito que tendría mayor facilidad de gestión en el cambio de uso de suelo en favor de la conservación sería el circuito 23 ya que hacia el margen derecho del río lo que lo rodea esta resguardado según políticas del distrito como protección ecológica. El escenario que debería tener mayor intervención con cambios en las herramientas de política pública de ordenamiento territorial sería el circuito 24 ya que se encuentra en medio de una expansión industrial prevista bajo políticas de desarrollo del distrito en el PUOS. El circuito 25, podría tener oportunidad de formar parte de un corredor ecológico, pero también se encuentra en una zona de influencia industrial, además de tener el más alto porcentaje de uso de suelo restringido y menor porcentaje de cobertura vegetal, con respecto a las otras dos alternativas, de acuerdo al análisis anteriormente realizado.

3.2.4.3 Percepción social

De los mejores escenarios resultantes del análisis de conflictos es decir el circuito 23 y 24 se complementó la caracterización con una entrevista para evaluar la percepción social de su zona de influencia.

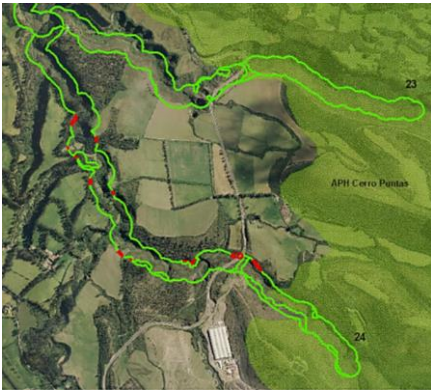
Las entrevistas se condujeron a través de una visita personalizada a cada comunidad presente en las inmediaciones de los circuitos, debido a que la percepción social es un criterio complementario al análisis que se ha realizado durante toda la disertación como un breve diagnóstico de la situación puntual del sector, únicamente se entrevistaron a dos personas por cada asentamiento localizado.

En las entrevistas se discutió el conocimiento de las personas sobre los planes de ordenamiento territorial, o alguna gestión ambiental que el municipio realice actualmente, también se preguntó el tiempo que vive en el sector y que actividades realiza, y si estaría de acuerdo con la decisión hipotética de que el municipio

decidiera que debe conservar una distancia con respecto a la quebrada manteniendo cobertura vegetal nativa.

De las entrevistas realizadas se obtuvo diferentes opiniones, de los cuales a continuación se los resume:

Cuadro N°16: Conclusiones de la percepción social de los circuitos 23 y 24 y sus respectivas recomendaciones

Circuitos	Gráfico	Conclusiones de percepción	Recomendaciones
Circuito 23: Charihuaycu	 <p data-bbox="402 1087 818 1142">*En rojo las zonas que presentan conflictos de uso.</p>	En el circuito 23 no se registraron conflictos de uso ya que como se observa en el gráfico la quebrada Charihuaycu tiene una pendiente pronunciada.	La quebrada al tener una fuerte pendiente no permite que se realice ninguna actividad económica cerca lo cual facilita el crecimiento de la vegetación nativa, por lo que se podrían implementar políticas de conservación y mantenimiento en las inmediaciones de la quebrada.
Circuito 24: Rumihuaycu		En el circuito 24 se encontraron áreas con pasto cultivado, hortícolas y avícolas y con flores. También se encontraron áreas con pasto cultivado y natural y bosques de eucaliptos.	Las actividades registradas en este tramo del circuito 24 fueron casos puntuales de agricultura familiar. Por los bosques de eucalipto realmente nadie se hizo responsable, eran pequeños parches ubicados cerca de la quebrada, por lo que en este tipo de conflictos el MDMQ es quien debería hacerse cargo de implementarse una restauración ecológica.

Elaboración propia

Cerca del circuito 24, la quebrada Rumihuaycu se encontraron dos sectores: barrio La Cocha y el barrio Itulcachi. En ambos sectores la población se dedicaba a producción agrícola familiar (de maíz, papas, fréjol, entre otros granos y hortalizas) que utilizaban únicamente para consumo propio y tomate de árbol que bajaban a vender a poblados cercanos y en pequeñas ferias cerca de la carretera. En los dos barrios hubo un desconocimiento a cerca de los planes de ordenamiento territorial que maneja el municipio del DMQ. Sin embargo, en el barrio La Cocha, que está más próximo a la quebrada si hubo una gestión del municipio en cuanto a zonas de protección ecológica, exigiéndoles que mantuvieran distancia de la quebrada. Por otra parte en Itulcachi, que ya no tenían quebradas cerca el mayor impacto que sintieron en cuanto al manejo del municipio fue debido a la instauración de la zona industrial.

Las unidades con cultivos en general no se observaron en las inmediaciones de la quebrada, sino que mantenían una cierta distancia de aproximadamente 15 metros. Las personas mostraron cierta resignación al hablar de ceder un espacio destinado a la restauración de cobertura vegetal nativa en las zonas de quebrada, aunque, a pesar de tener esta aceptación directa podría existir un problema de contaminación respecto al manejo de sus desechos, ya que la presencia de estos asentamientos rurales aumenta conforme pasa el tiempo y podrían estar utilizando las quebradas como focos de desecho, lo cual es una realidad que con la visita en campo no se pudo evidenciar pero no se puede descartar este hecho.

Observando el Cuadro 16 y tras comparar con el criterio del PUOS se puede concluir que el mejor escenario para gestión de quebradas sería el circuito 23 con la quebrada Charihuaycu que se encuentra lejos de zonas de potenciales conflictos según el PUOS y no presenta conflictos actuales en el uso de suelo de las estribaciones de la quebrada.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Caracterización del corredor ecológico que promueve movilidad de especies

Este escenario corresponde a la quebrada Lalagachi, que baja hasta unirse con el río Urvia y finalmente con el río Guayllabamba. El corredor tiene 430,87 ha de recorrido entre el APH Cerro puntas y el Corredor del Oso Andino, y en toda su trayectoria se encontraron 9 tipos de conflictos que a continuación serán descritos:

Cuadro N° 17: Caracterización de conflictos del corredor ecológico

Conflictos presentes	Área por conflicto (ha)	Categoría del conflicto	Recomendación
Invernaderos	0,47	Alto (51,94 ha) (59,94%)	Es necesario controlar las actividades que se realizan próximas a las quebradas e inspeccionar primero si estas actividades tienen licencias ambientales y si las cumplen, ya que estos invernaderos no deberían encontrarse tan próximos a una quebrada.
Suelos erosionados	9,84		Los programas que se puedan realizar para promover la regeneración vegetal de estas zonas son muy costosos y pueden llevar largos períodos de tiempo hasta lograr ver resultados. Por lo que en realidad lo que se debería hacer es evitar que las actividades económicas muchas veces apoyadas por el PUOS dejen zonas como éstas sin ninguna clase de restauración.
Infraestructura- edificaciones	2,27		En cuanto a éstas zonas se propone se buscaría bordearlas para retirarlas del corredor ecológico y promover la gestión del MDMQ para controlar que las viviendas no se encuentre muy cerca a las quebradas ya que incluso representa un riesgo para las familias que ahí se asientan.
Canteras	39,36		Según la política pública las canteras no pueden estar cerca y peor aún descargar directamente en cuerpos de agua sus desechos, por lo que estas deberían al menos mantener 50 metros de distancia de la quebrada y promover la regeneración de vegetación nativa de la zona.

Conflictos presentes	Área por conflicto (ha)	Categoría del conflicto	Recomendación
Pastos	26,23	Medio (30,57 ha) (35,28%)	Restauración activa o asistida: reforestación con especies nativas.
Bosque de eucalipto	3,39		El eucalipto produce sustancias tóxicas que impiden el crecimiento de otras plantas nativas, por lo que lo ideal sería retirar estos parches de bosque y restaurar el ecosistema nativo de la zona.
Cultivo ciclo corto y áreas erosionadas	0,95		Promover la regeneración natural en las laderas de la quebrada y estas actividades deben respetar una zona de regeneración de la vegetación nativa hasta 50 metros desde la quebrada.
Cultivo ciclo corto (hortalizas y maíz)	1,45	Bajo (4,14 ha) (4,78%)	Se puede implementar cercas vivas con vegetación nativa, y estas actividades deben respetar una zona de regeneración de la vegetación nativa hasta 50 metros desde la quebrada.
Cultivos permanentes (frutales)	2,69		Regeneración natural. Estas actividades deben respetar una zona de regeneración de la vegetación nativa hasta 50 metros desde la quebrada.
TOTAL	86,65		

Elaboración propia
Fuente: MDMQ, 2013

Como se observa en el Cuadro 17 el porcentaje total de conflictos altos dentro del corredor ecológico es de 59,94%, los conflictos medios abarcan un 35,28% y los conflictos bajos un 4,78%. Las categorías de conflicto se las estableció de acuerdo a la dificultad que representa para la gestión que se debía realizar para modificar este uso de suelo a favor de la conservación y la restauración ecológica.

3.3.2 Caracterización del corredor ecológico que promueve mayor conservación ecosistema Arbustal seco interandino.

Este escenario corresponde a la quebrada Charihuaycu, que baja hasta unirse con el río Chiche y finalmente con el río Guayllabamba. El corredor tiene 535,81 ha de recorrido entre el APH Cerro puntas y el Corredor del Oso Andino, y en toda su trayectoria se encontraron 7 tipos de conflictos que a continuación serán descritos:

Cuadro N° 18: Caracterización de conflictos del corredor ecológico

Conflictos presentes	Área por conflicto (ha)	Categoría del conflicto	Recomendación
Suelos erosionados	9,83	Alto (49,87 ha) (54,47%)	Los programas que se puedan realizar para promover la regeneración vegetal de estas zonas son muy costosos y pueden llevar largos períodos de tiempo hasta lograr ver resultados. Por lo que en realidad lo que se debería hacer es evitar que las actividades económicas muchas veces apoyadas por el PUOS dejen zonas como éstas sin ninguna clase de restauración.
Infraestructura-edificaciones	0,68		En cuanto a éstas zonas se propone se buscaría bordearlas para retirarlas del corredor ecológico y promover la gestión del MDMQ para controlar que las viviendas no se encuentre muy cerca a las quebradas ya que incluso representa un riesgo para las familias que ahí se asientan.

Conflictos presentes	Área por conflicto (ha)	Categoría del conflicto	Recomendación
Canteras	39,36	Alto (49,87 ha) (54,47%)	Según la política pública las canteras no pueden estar cerca y peor aún descargar directamente en cuerpos de agua sus desechos, por lo que estas deberían al menos mantener 50 metros de distancia de la quebrada y promover la regeneración de vegetación nativa de la zona.
Pastos	24,7	Medio (41,28 ha) (45%)	Restauración activa o asistida: reforestación con especies nativas.
Bosque de eucalipto	15,63		El eucalipto produce sustancias tóxicas que impiden el crecimiento de otras plantas nativas, por lo que lo ideal sería retirar estos parches de bosque y restaurar el ecosistema nativo de la zona.
Cultivo ciclo corto/áreas erosionadas	0,95		Promover la regeneración natural en las laderas de la quebrada y estas actividades deben respetar una zona de regeneración de la vegetación nativa hasta 50 metros desde la quebrada.
Cultivos permanentes - frutales	0,4	Bajo (0,4%)	Regeneración natural. Estas actividades deben respetar una zona de regeneración de la vegetación nativa hasta 50 metros desde la quebrada.
TOTAL	91,55		

Elaboración propia

Fuente: MDMQ, 2013

Como se observa en el cuadro N°18 el porcentaje total de conflictos altos dentro del corredor ecológico es de 54,4%, los conflictos medios abarcan un 41,28% y los conflictos bajos un 0,4%. Las categorías de conflicto se las estableció de acuerdo a la dificultad que representa para la gestión que se debía realizar para modificar este uso de suelo a favor de la conservación y la restauración ecológica.

CONCLUSIONES

- Se utilizó un esquema híbrido de análisis, en el que se manejó una caracterización con evaluación cualitativa empleando un análisis estadístico simple a partir de la cual se obtuvo el mejor escenario de corredor ecológico en cuanto a movilidad más directa y se empleó un análisis multicriterio bajo la metodología de Saaty para evaluar el mejor escenario de corredor ecológico que recate mayor cobertura de vegetación remanente de las quebradas en pro de conservar el ecosistema Arbustal seco interandino.
- De las categorías planteadas de restricción de uso se obtuvo que en total el 60% del DMQ resultó ser adecuado el uso de suelo para la conservación, el 26,2% es no adecuado debido a la presencia de cultivos y pastos y el 13,35% es restringido debido a las áreas construidas. Esto se debe a que en proporción a todo el territorio del DMQ, la cobertura natural y seminatural es mayor al área construida, o área urbana.
- Fueron 25 las alternativas de conexión ecológica posible, correspondientes a las 25 vertientes encontradas que bajaban desde el APH Cerro Puntas hasta conectarse con el río Guayllabamba que

llega al Corredor del Oso Andino, como todas irrigan el mismo río lo que cambió en cada circuito es cada una de las vertientes con las que inician desde el APH Cerro Puntas.

- Se establecieron dos factores de decisión para determinar la mejor alternativa de conexión ecológica: Factor de restricción de uso y el Factor superficie de distancia.
- En promedio el 77% de los circuitos o alternativas de conexión mantienen un uso adecuado a los fines de conservación, lo cual corresponde a la vegetación natural o seminatural existente en las quebradas entre las dos áreas protegidas; y en promedio, el porcentaje de restricción es del 13,2% lo cual representa menos de la cuarta parte del uso de suelo, por lo que en general las alternativas de conexión tienen una buena posibilidad de conexión de un área núcleo a otra.
- Tras evaluar el porcentaje de restricción de uso de cada alternativa de conexión se determinó que los mejores escenarios que lograron alcanzar el mayor porcentaje de uso adecuado, menor porcentaje de uso no adecuado y de restricción fueron los circuitos 9, 23, 24 y 25; y al compararlos con el factor de distancia el circuito 9 resultó ser el camino más directo entre el APH del Cerro Puntas y el Corredor del Oso Andino, ya que tiene la menor área de recorrido con respecto a las otras tres alternativas de conexión con 430,87 ha, concluyendo que el mejor escenario de corredor ecológico es el circuito 9 con la quebrada Lalagachi.
- El corredor ecológico correspondió a la quebrada Lalagachi, que baja hasta unirse con el río Urvia y finalmente con el río Guayllabamba, y tiene 430,87 ha de recorrido entre el APH Cerro Puntas y el Corredor del Oso Andino, en toda su trayectoria se encontraron 31 conflictos, de los cuales el 59,9% eran conflictos altos, el 35,3% conflictos medios y el 4,78% fueron conflictos bajos, basados en la dificultad que representa para la gestión que se debía realizar para modificar este uso de suelo a favor de la conservación y la restauración ecológica.
- Para permitir la recuperación de quebradas, se utilizó el análisis realizado con los escenarios de conexión, pero esta vez se recurrieron a los escenarios que abarcaban mayor distancia entre un área protegida a otra ya que así albergarían mayor cobertura vegetal remanente perteneciente al ecosistema semiárido arbustivo.
- Resultando ser cinco circuitos las mejores opciones dentro de ambos factores de decisión, restricción de uso (mayor porcentaje de uso adecuado) y distancia (mayor superficie de distancia), y fueron: el circuito 21, 22, 23, 24 y 25, que corresponden a la quebrada Charihuaycu que es el circuito 23, la quebrada Rumihuaycu que es el circuito 24 y la quebrada Ayahuaycu que pertenece al circuito 25.
- A partir de la evaluación cualitativa realizada se elaboró un análisis cuantitativo con el método de jerarquías analíticas de Saaty para determinar el mejor escenario que pueda ser utilizado para la gestión de quebradas para conservación de remanentes de vegetación.

- El cual arrojó que las mejores alternativas de conexión ecológica con menor nivel de conflicto son el circuito 23 (Quebrada Charihuaycu) y 24 (Quebrada Rumihuaycu), seguidos jerárquicamente por el 21, el 25 y cerrando el grupo, el circuito 22.
- Para discernir el mejor escenario entre los dos resultantes del análisis de Saaty se incorporó un factor de decisión: factor de ordenamiento territorial, bajo los criterios del PUOS (Plan de uso y ordenamiento del suelo) y de la percepción social.
- Al analizar estos dos escenarios con el PUOS del DMQ se encontró que los escenarios 23 y 24 se encuentran muy próximos a una zona industrial de alto impacto con clasificación I3, es decir que son “instalaciones que aún bajo normas de control de alto nivel producen efectos nocivos por descargas líquidas no domésticas, emisiones de combustión, emisiones de procesos, emisiones de ruido, vibración, residuos sólidos, además de riesgos inherentes a sus labores; instalaciones que requieren soluciones técnicas de alto nivel para la prevención, mitigación y control de todo tipo de contaminación y riesgos” (MDMQ, 2015c). A pesar de que las dos alternativas de conexión están cerca de la zona industrial delimitada bajo el PUOS del DMQ, el circuito que tendría mayor facilidad de gestión en el cambio de uso de suelo en favor de la conservación sería el circuito 23 ya que hacia el margen derecho del río lo que lo rodea está resguardado según políticas del distrito como protección ecológica. El escenario que debería tener mayor intervención con cambios en las herramientas de política pública de ordenamiento territorial sería el circuito 24 ya que se encuentra en medio de una expansión industrial prevista bajo políticas de desarrollo del distrito en el PUOS.
- Tras evaluar la percepción social se obtuvo que las personas mostraron cierta resignación al hablar de ceder un espacio destinado a la restauración de cobertura vegetal nativa en las zonas de quebrada, aunque, a pesar de tener esta aceptación directa podría existir un problema de contaminación respecto al manejo de sus desechos, ya que la presencia de estos asentamientos rurales aumenta conforme pasa el tiempo y podrían estar utilizando las quebradas como focos de desecho, lo cual es una realidad que con la visita en campo no se pudo evidenciar pero no se puede descartar este hecho.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar un análisis de sensibilidad, en el marco metodológico detallado donde puede variar el número de variables, criterios o factores detallados o el valor de la ponderación aplicada a esos criterios o variables o incluso se pueden utilizar insumos más actualizados, y comparar los resultados con el presente trabajo de disertación para determinar la variación de un esquema a otro, que debido a tiempo y disponibilidad de insumos se ha realizado de esta forma en este presente documento pero podría ser mejorado.

- ✓ Aumentar el control y la vigilancia en las áreas protegidas que actualmente ya se enmarcan dentro del SMANP, específicamente para reducir actividades mineras, el cambio de uso de suelo no permitido según el uso potencial del área, y la invasión de tierras que son las actividades antrópicas que más daños causan a éstos sitios de conservación para que la gestión sobre la conservación de áreas naturales sea eficaz.
- ✓ Establecer reglas de restricción específicas de uso del suelo, compatibilizando los contenidos de las ordenanzas y la zonificación propuesta en el plan de ordenamiento territorial.
- ✓ Aumentar la valoración de los servicios ecosistémicos que reciben del corredor biológico, mediante capacitaciones a grupos de actores sociales locales para la conservación y el manejo de los recursos naturales para que éstos sean más receptivos al cuidado del medio ambiente.
- ✓ Evaluar si realmente 50 metros a cada lado del río son suficientes para mantener los procesos ecosistémicos dentro del corredor ecológico propuesto.

ANEXOS

Procedimiento Saaty

TABLA N°1: Comparación y ponderación de los escenarios con respecto a cada tipo de conflicto. *En verde los valores que representan menor conflicto para esa categoría y con rojo los valores que representan mayor conflicto.*

Florícolas												Área de conflicto(Ha)	
Circuito 21	Circuito 22	Circuito 23	Circuito 24	Circuito 25	Matriz normalizada					Vector promedio			
Circuito 21	1	0,33	0,33	0,33	5	0,10	0,04	0,12	0,12	0,24	0,123	Circuito 21	0,56
Circuito 22	3	1	0,33	0,33	5	0,29	0,13	0,12	0,12	0,24	0,180	Circuito 22	0,43
Circuito 23	3	3	1	1	5	0,29	0,40	0,35	0,35	0,24	0,326	Circuito 23	0,00
Circuito 24	3	3	1	1	5	0,29	0,40	0,35	0,35	0,24	0,326	Circuito 24	0,00
Circuito 25	0,2	0,2	0,2	0,2	1	0,02	0,03	0,07	0,07	0,05	0,047	Circuito 25	5,01
SUMA	10,20	7,53	2,87	2,87	21,00								

Suelos erosionados												Área de conflicto(Ha)	
Circuito 21	Circuito 22	Circuito 23	Circuito 24	Circuito 25	Matriz normalizada					Vector promedio			
Circuito 21	1	2	2	3	2	0,35	0,36	0,36	0,30	0,36	0,349	Circuito 21	9,80
Circuito 22	0,5	1	1	2	1	0,18	0,18	0,18	0,20	0,18	0,184	Circuito 22	9,83
Circuito 23	0,5	1	1	2	1	0,18	0,18	0,18	0,20	0,18	0,184	Circuito 23	9,83
Circuito 24	0,33	0,5	0,5	1	0,5	0,12	0,09	0,09	0,10	0,09	0,098	Circuito 24	9,84
Circuito 25	0,5	1	1	2	1	0,18	0,18	0,18	0,20	0,18	0,184	Circuito 25	9,83
SUMA	2,83	5,50	5,50	10,00	5,50								

Infraestructura-edificaciones												Área de conflicto(Ha)	
Circuito 21	Circuito 22	Circuito 23	Circuito 24	Circuito 25	Matriz normalizada					Vector promedio			
Circuito 21	1	5	0,11	0,11	0,2	0,04	0,15	0,04	0,04	0,03	0,061	Circuito 21	10,46
Circuito 22	0,2	1	0,11	0,11	0,11	0,01	0,03	0,04	0,04	0,02	0,028	Circuito 22	22,02
Circuito 23	9	9	1	1	3	0,37	0,27	0,39	0,39	0,41	0,368	Circuito 23	0,68
Circuito 24	9	9	1	1	3	0,37	0,27	0,39	0,39	0,41	0,368	Circuito 24	0,68
Circuito 25	5	9	0,33	0,33	1	0,21	0,27	0,13	0,13	0,14	0,175	Circuito 25	1,67
SUMA	24,20	33,00	2,56	2,56	7,31								

Canteras												Área de conflicto(Ha)	
Circuito 21	Circuito 22	Circuito 23	Circuito 24	Circuito 25	Matriz normalizada					Vector promedio			
Circuito 21	1	1	0,50	0,50	0,50	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,125	Circuito 21	39,40
Circuito 22	1	1	0,50	0,50	0,50	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,125	Circuito 22	39,40
Circuito 23	2	2	1	1	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250	Circuito 23	39,36
Circuito 24	2	2	1	1	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250	Circuito 24	39,36
Circuito 25	2	2	1	1	1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,250	Circuito 25	39,36
SUMA	8,00	8,00	4,00	4,00	4,00								

Pastos												Área de conflicto(Ha)	
Circuito 21	Circuito 22	Circuito 23	Circuito 24	Circuito 25	Matriz normalizada					Vector promedio			
Circuito 21	1	0,33	0,2	0,20	0,33	0,06	0,03	0,05	0,09	0,05	0,055	Circuito 21	38,60
Circuito 22	3	1	0,20	0,25	0,50	0,18	0,08	0,05	0,11	0,07	0,098	Circuito 22	30,96
Circuito 23	5	5	1	0,5	2	0,29	0,41	0,26	0,22	0,29	0,294	Circuito 23	24,7
Circuito 24	5	4	2	1	3	0,29	0,32	0,51	0,44	0,44	0,402	Circuito 24	24,02
Circuito 25	3	2	0,50	0,33	1	0,18	0,16	0,13	0,15	0,15	0,152	Circuito 25	27,70
SUMA	17,00	12,33	3,90	2,28	6,83								

Bosque de eucalipto												Área de conflicto(Ha)	
Circuito 21	Circuito 22	Circuito 23	Circuito 24	Circuito 25	Matriz normalizada					Vector promedio			
Circuito 21	1	3	2	4	2	0,39	0,35	0,46	0,33	0,33	0,374	Circuito 21	14,61
Circuito 22	0,33	1	0,50	2	0,5	0,13	0,12	0,12	0,17	0,08	0,122	Circuito 22	17,00
Circuito 23	0,5	2	1	3	2	0,19	0,24	0,23	0,25	0,33	0,249	Circuito 23	15,63
Circuito 24	0,25	0,5	0,33	1	0,5	0,10	0,06	0,08	0,08	0,08	0,080	Circuito 24	17,35
Circuito 25	0,5	2	0,5	2	1	0,19	0,24	0,12	0,17	0,17	0,176	Circuito 25	16,29
SUMA	2,58	8,50	4,33	12,00	6,00								

Cobertura vegetal												Porcentaje de cobertura vegetal	
Circuito 21	Circuito 22	Circuito 23	Circuito 24	Circuito 25	Matriz normalizada					Vector promedio			
Circuito 21	1	2	0,25	0,20	0,50	0,39	0,24	0,06	0,02	0,08	0,156	Circuito 21	79,58
Circuito 22	0,5	1	0,25	0,20	0,50	0,19	0,12	0,06	0,02	0,08	0,094	Circuito 22	78,3
Circuito 23	4	4	1	1	2	1,55	0,47	0,23	0,08	0,33	0,533	Circuito 23	82,91
Circuito 24	5	5	1	1	2	1,94	0,59	0,23	0,08	0,33	0,634	Circuito 24	82,99
Circuito 25	2	2	0,5	0,50	1	0,77	0,24	0,12	0,04	0,17	0,267	Circuito 25	81,96
SUMA	12,50	14,00	3,00	2,90	6,00								

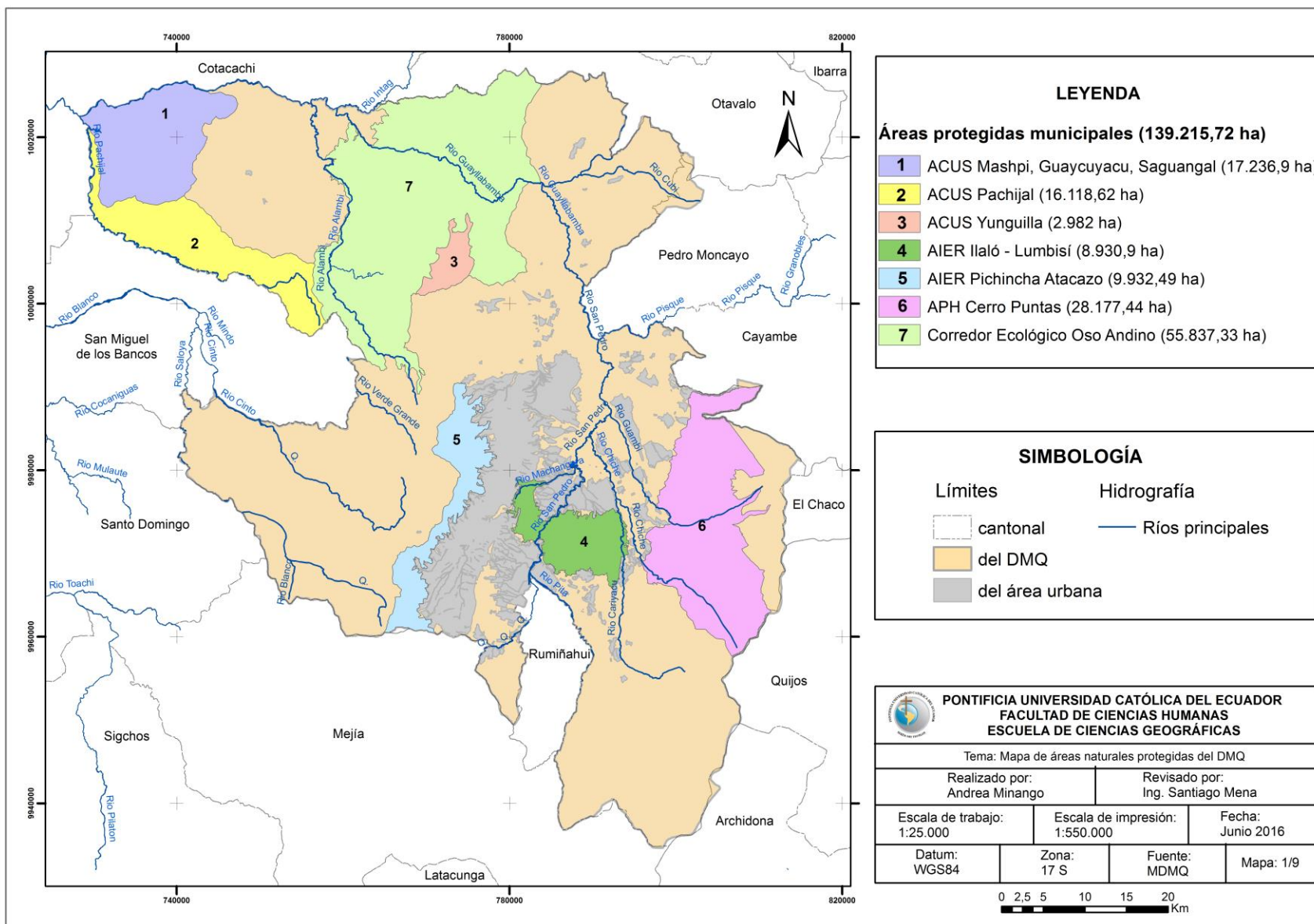
Superficie												Porcentaje de superficie	
Circuito 21	Circuito 22	Circuito 23	Circuito 24	Circuito 25	Matriz normalizada					Vector promedio			
Circuito 21	1	2	4	3	2	0,39	0,24	0,92	0,25	0,33	0,426	Circuito 21	5,03
Circuito 22	0,5	1	3	2	0,33	0,19	0,12	0,69	0,17	0,06	0,245	Circuito 22	4,99
Circuito 23	0,25	0,33	1	0,50	0,25	0,10	0,04	0,23	0,04	0,04	0,090	Circuito 23	4,79
Circuito 24	0,33	0,50	2	1	0,33	0,13	0,06	0,46	0,08	0,06	0,158	Circuito 24	4,86
Circuito 25	0,5	3	4	3	1	0,19	0,35	0,92	0,25	0,17	0,377	Circuito 25	5,02
SUMA	2,58	6,83	14,00	9,50	3,92								

Tabla N°2: Tabla de Ponderación por pares de los criterios de conflicto entre sí más la comparación de cobertura vegetal y superficie.

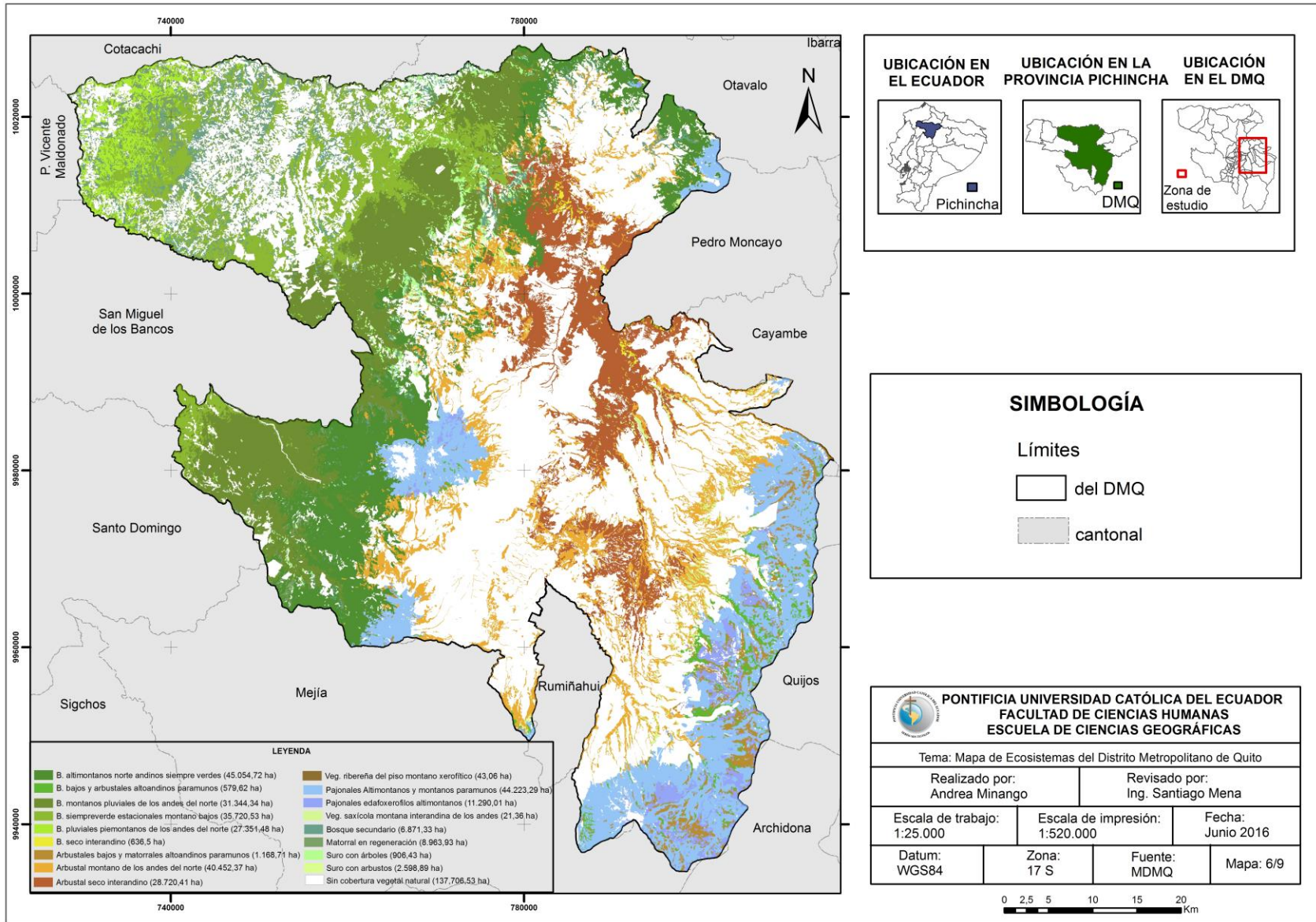
	Invernaderos	Suelos erosionados	Infraestructura-edicaciones	Canteras	Pastos	Bosque de eucalipto	Cobertura vegetal	Superficie	Matriz normalizada								Vector promedio
Invernaderos	1	4	3	2	0,33	0,50	0,11	0,33	0,05	0,12	0,11	0,09	0,02	0,03	0,06	0,05	0,066
Suelos erosionados	0,25	1	0,5	0,33	0,17	0,20	0,11	0,33	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,06	0,05	0,026
Infraestructura-edicaciones	1	2	1	0,5	0,20	0,25	0,11	0,33	0,05	0,06	0,04	0,02	0,01	0,02	0,06	0,05	0,038
Canteras	0,5	3	2	1	0,25	0,33	0,11	0,33	0,03	0,09	0,07	0,04	0,02	0,02	0,06	0,05	0,047
Pastos	3	6	5	4	1	2	0,11	0,33	0,15	0,18	0,18	0,18	0,07	0,12	0,06	0,05	0,124
Bosque de eucalipto	2	5	4	3	0,50	1	0,11	0,33	0,10	0,15	0,15	0,13	0,03	0,06	0,06	0,05	0,091
Cobertura vegetal	9	9	9	9	9	9	1	4	0,46	0,27	0,33	0,39	0,62	0,55	0,52	0,57	0,465
Superficie	3	3	3	3	3	3	0,25	1	0,15	0,09	0,11	0,13	0,21	0,18	0,13	0,14	0,144
SUMA	19,75	33,00	27,50	22,83	14,45	16,28	1,92	7,00									

MAPAS

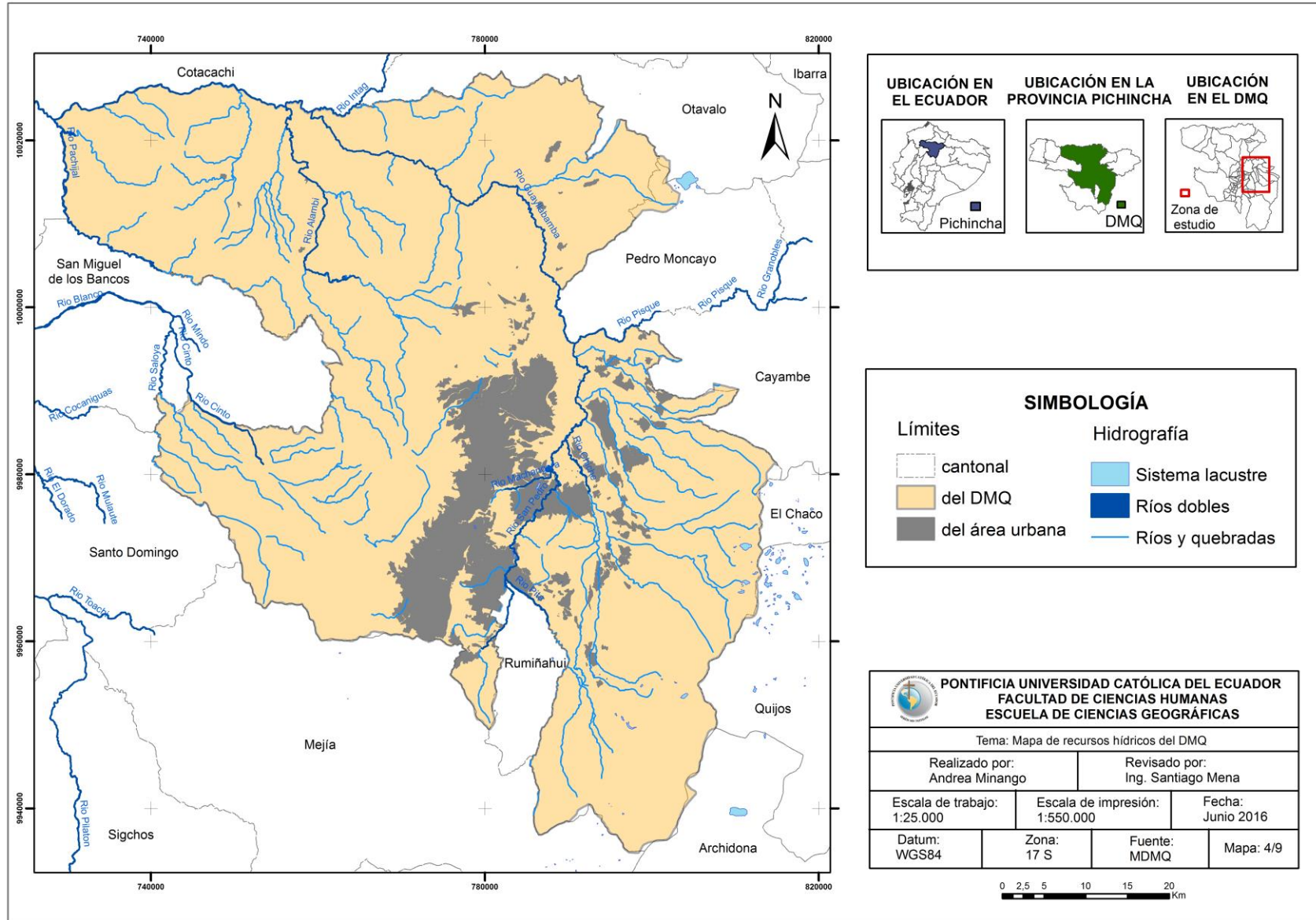
Mapa N°1: Mapa de Áreas Naturales Protegidas del Distrito Metropolitano de Quito



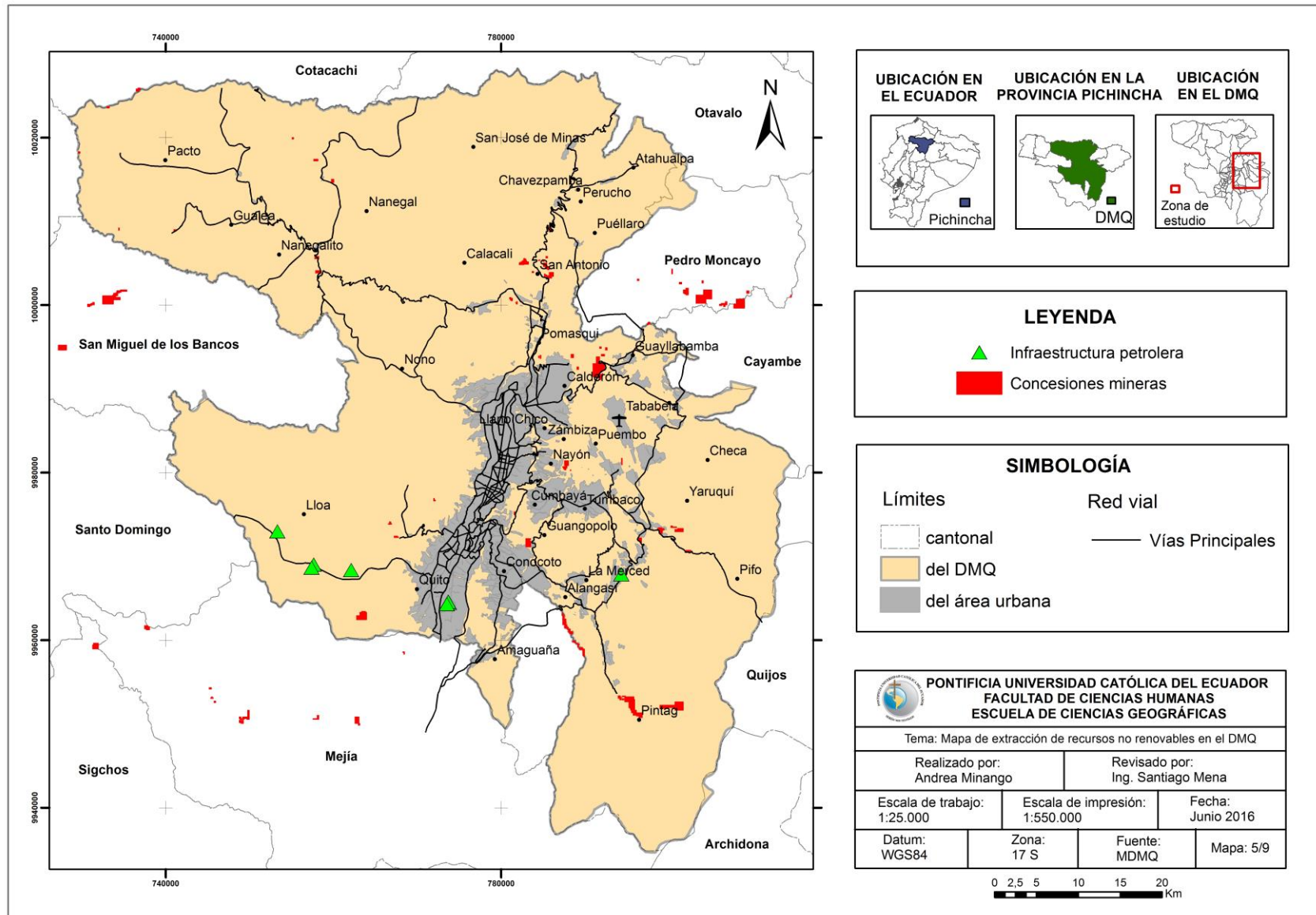
Mapa N°2: Mapa de Ecosistemas del Distrito Metropolitano de Quito



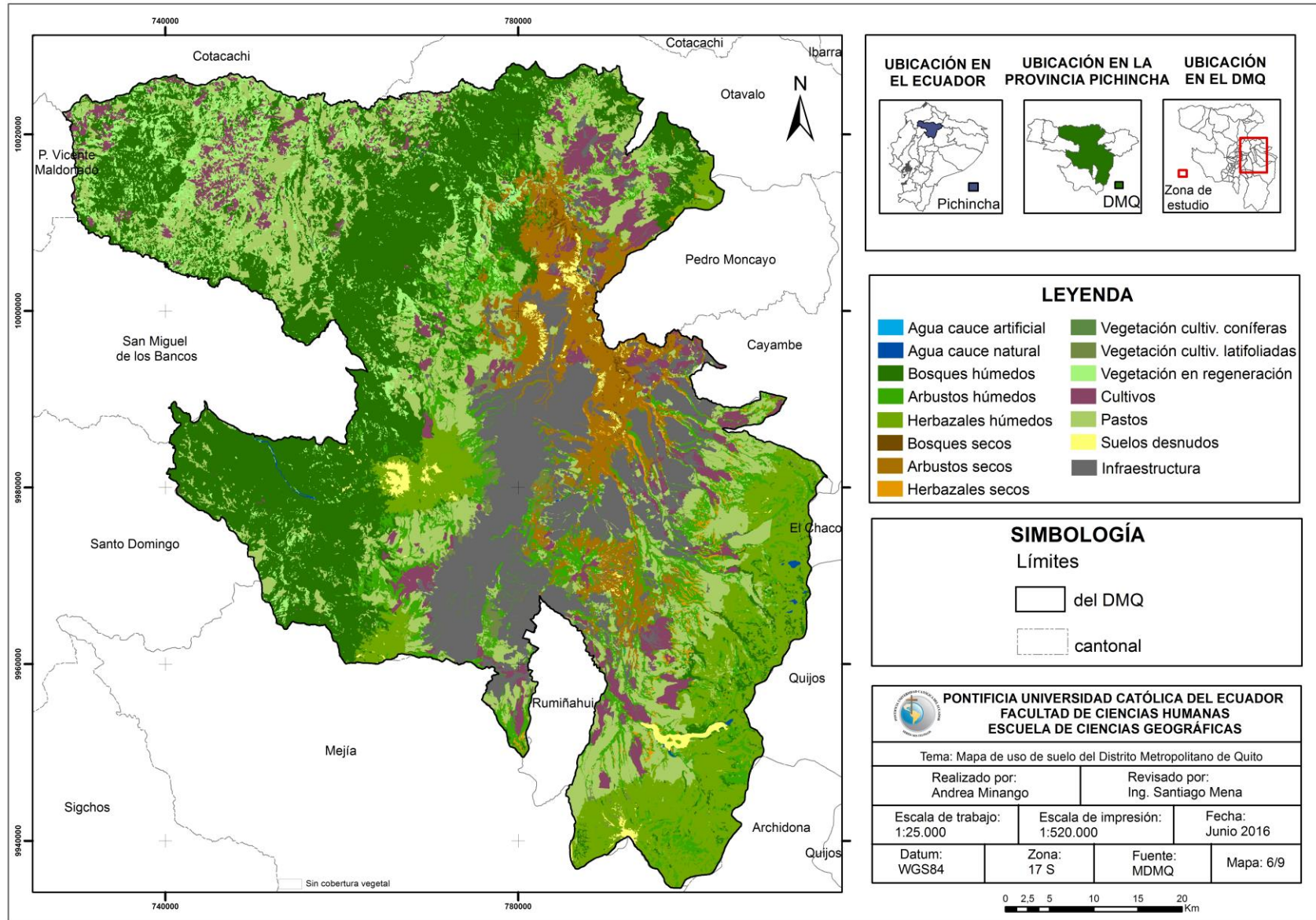
Mapa N°4: Mapa de recursos hídricos del Distrito Metropolitano de Quito



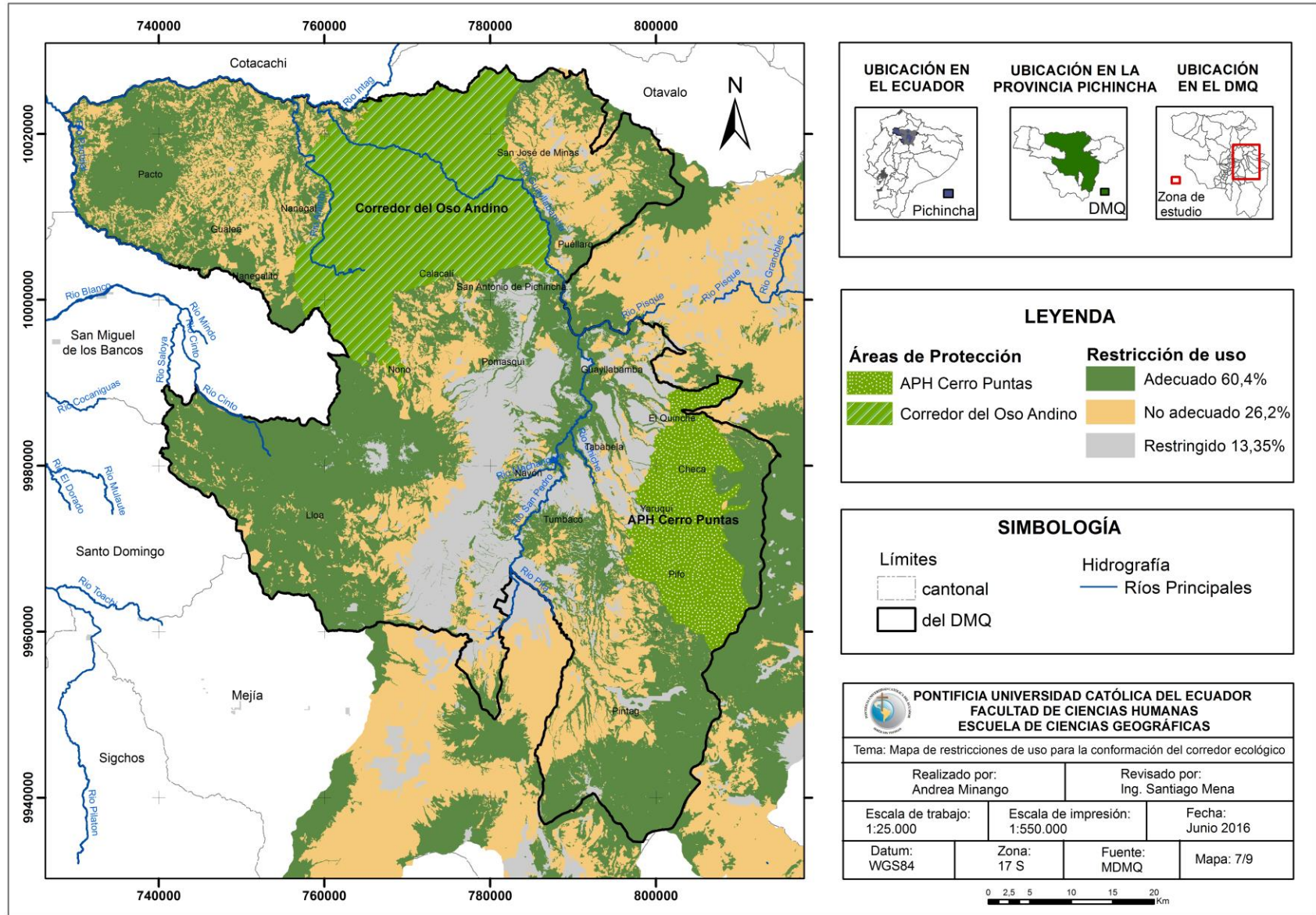
Mapa N°5: Mapa de extracción de recursos no renovables en el Distrito Metropolitano de Quito



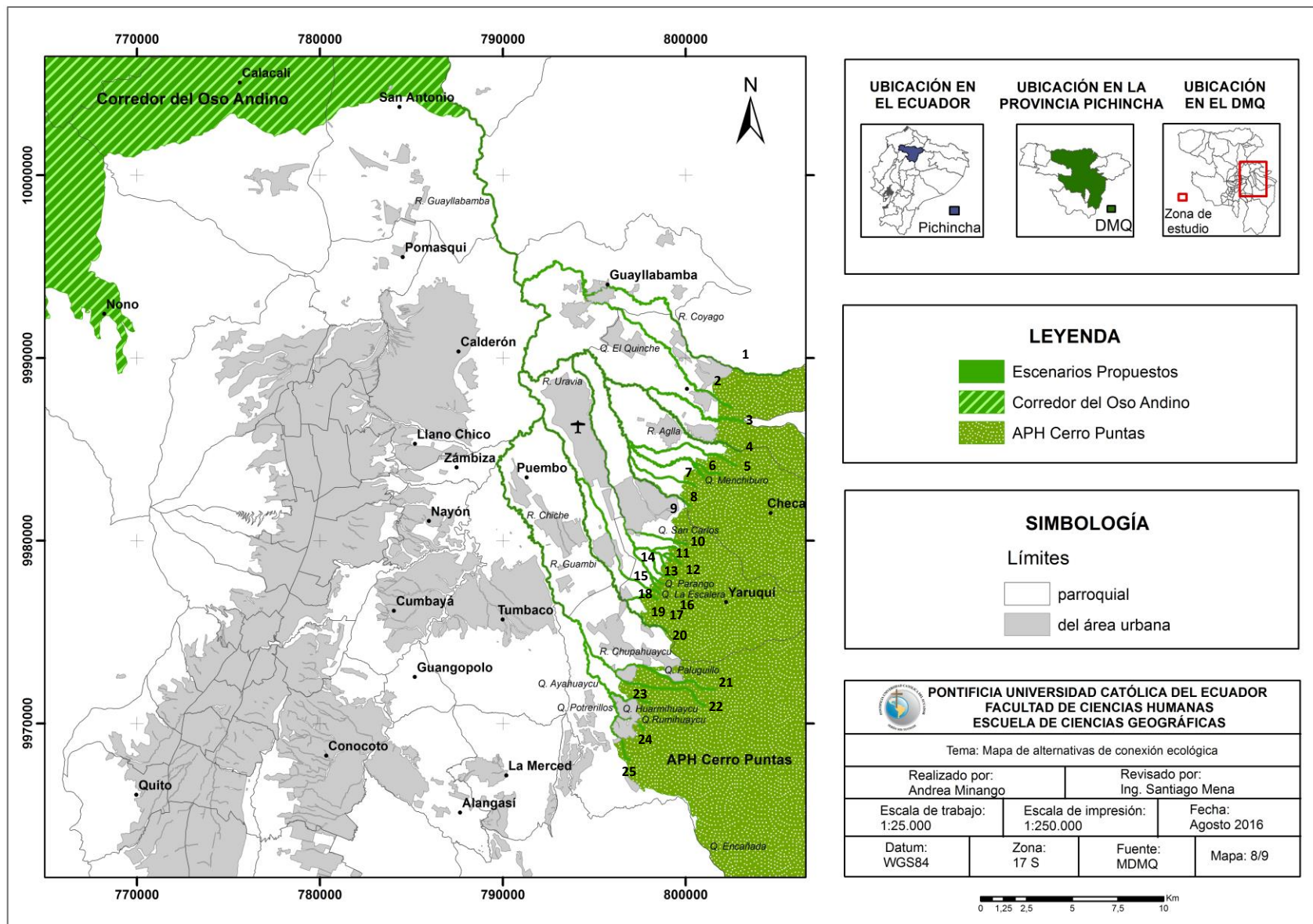
Mapa N°6: Mapa de uso de suelo del Distrito Metropolitano de Quito



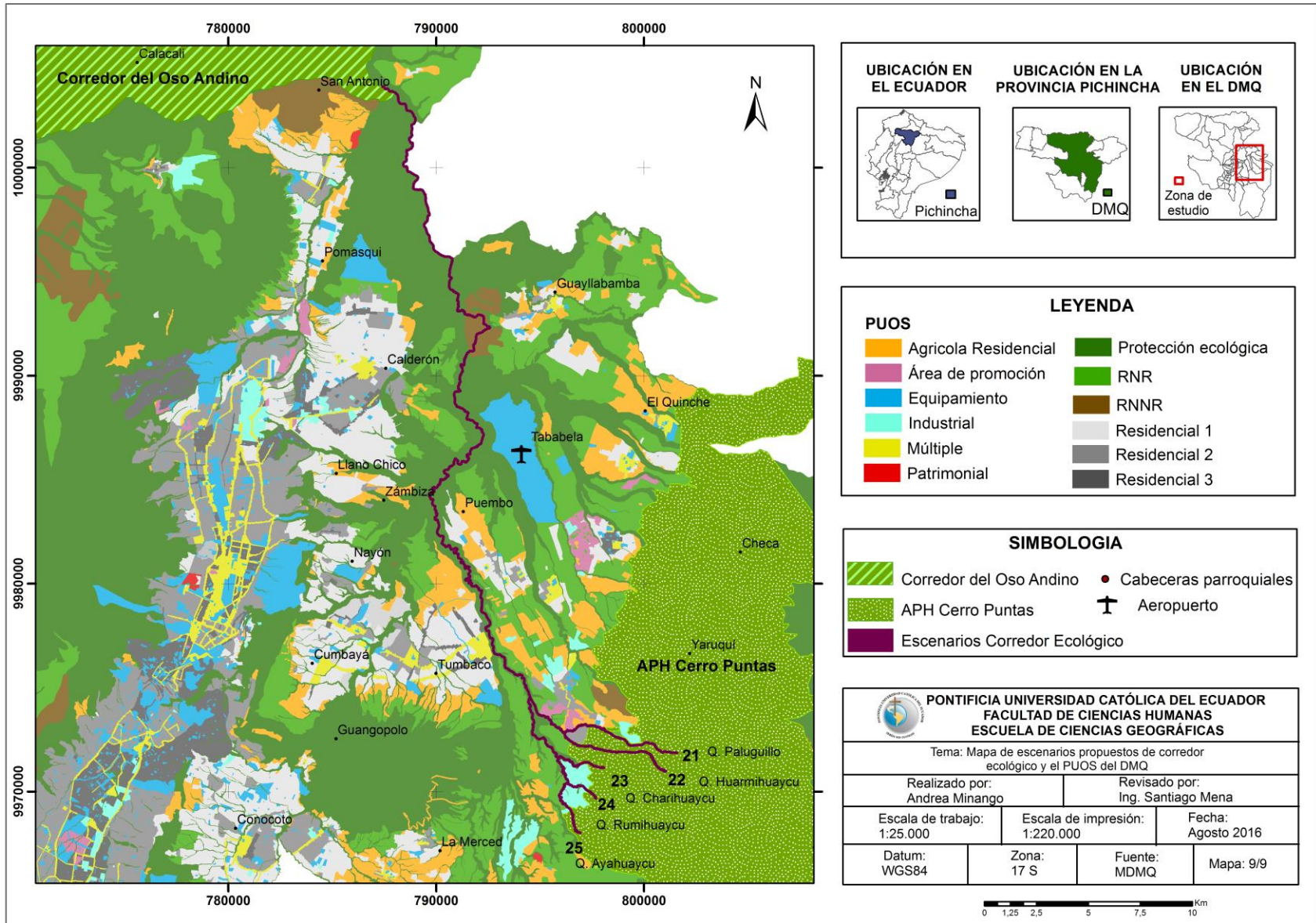
Mapa N°7: Mapa de Restricción de uso para la conformación del corredor ecológico.



Mapa N°8: Mapa de Alternativas de conexión ecológica.



Mapa N°9: Mapa de Escenarios Propuestos de corredor ecológico y el PUOS del DMQ



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía de Barranquilla (2016) *Conceptos en Planeación*. Disponible en: <http://www.barranquilla.gov.co/prueba/295-planeacion/253-concepto-de-uso-del-suelo>. Recuperado el 08 de septiembre del 2016.
- Atarama, E. (2014) “Un mínimo de distancia del cuerpo de agua a los componentes mineros”. Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM Vol. 17, N° 34, pp. 7-10 Julio – Diciembre, 2014.
- Barredo, J. (1994) *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid: Ra-ma.
- Buzai, G. D., y Baxendale, C. (2006). *Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica*. Buenos Aires: GEPAMA.
- Buzai, G. (2010) *Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica: sus cinco conceptos fundamentales*. (Capítulo 7). En: “Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones”. Luján: Universidad Nacional de Luján-GESIG. pp. 163-195.
- Castro, H. (2002) *Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos*. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente, RENPA.
- Chakhar, S., y Mousseau, V. (2008). *Gis-Based multicriteria spatial modelling generic frameworks. International Journal of Geographic Information Science*. Vol 22.
- Consejo Metropolitano de Quito (2013) *Creación del Corredor Ecológico del Oso Andino*. Resolución No. 431 en el 11 de julio del 2013.
- Contreras, E. (2009) “Metodología Multicriterio para la Priorización y Evaluación de Proyectos”. Disponible en: http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/7/35117/ev_social_ilpes_2009_4_multicriterio.pdf. Revisado el 2 de noviembre del 2016.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992) Naciones Unidas. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>. Recuperado el 23 de marzo del 2016.
- Delgado, O. (2003) “Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea”. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- EUROPARC (2009) “Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramientas y casos prácticos”. Madrid: Ed. FUNGOBE. 86 páginas.
- FAO (2016) “Enfoque ecosistémico”. Disponible en: <http://www.fao.org/biodiversity/asuntos-intersectoriales/enfoque-ecosistemico/es/>. Recuperado el 14 de abril del 2016.

- Fierro, C. (2015) “Corredores biológicos como una estrategia de conservación: el caso del Corredor de Conservación Llanganates – Sangay, Ecuador”. Monografía previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Biológicas. PUCE.
- FONAG (2014). “Mapa de ecosistemas y uso del suelo”. Mapa en formato vector de ecosistemas y uso del suelo. Escala 1:25000. Fuente: Imágenes RapidEye y Mapa de cobertura vegetal del MAE 2014. Quito: Fondo para la protección del agua.
- Garcés, J. (2005) “Aplicación de Evaluación Multicriterio y Sistemas de Información Geográfica para el modelado de la capacidad de acogida para la localización de viviendas de mediana densidad. Caso de estudio Cuenca del río Guadalajara (Valle del Cauca)”. México: Universidad del Valle – Departamento de Geografía.
- García, F. y Abad, J. (2014) “Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: Propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña (Ávila y Segovia)”. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- GADPP (2014) “Análisis comparativo de Subsistemas, Áreas Protegidas y Corredores de Conectividad en Ecuador: Base para la estrategia de conservación en la Provincia de Pichincha”. Quito: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pichincha.
- Gurrutxaga, M. (2004) “Informe Técnico N° 103: Conectividad ecológica del territorio y conservación de la biodiversidad nuevas perspectivas en ecología del paisaje y ordenación territorial”. Vitoria Gasteiz: Departamento de Agricultura y Pesca.
- Hess, G. y Fischer R. (2001) Communicating Clearly about Conservation Corridors. *Landscape and Urban Planning* 55, 195-208.
- INEC (2010) *Censo de Población y Vivienda 2011*. Disponible en: <http://redatam.inec.gob.ec/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction>. Recuperado el 10 de junio de 2016. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- INEC (2012) Encuesta de Superficie y Producción agropecuaria continua. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2012/InformeEjecutivo.pdf. Recuperado el 08 de septiembre del 2016. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- INEC (2016) Reporte de pobreza - Marzo 2016. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>. Recuperado el 13 de junio de 2016.
- Asamblea Nacional del Ecuador (2014) Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua. Asamblea Nacional - República del Ecuador. Registro Oficial N° 305, de 6 de agosto de 2014.
- MAE (2014) Reglamento Ambiental De Actividades Mineras. Acuerdo Ministerial 37 Registro Oficial Suplemento 213 del 27 de marzo del 2014. Quito: Ministerio de Ambiente del Ecuador.

- MAE (2015) En: Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. “*Corredores de Conectividad*”. Disponible en: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/content/corredores-de-conectividad>. Recuperado el 23 de marzo del 2016.
- Martínez, C., Múgica de la Guerra M., Castell, C., y De Lucio, J. (2009) “Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramientas y casos prácticos” Madrid: FUNGOBE.
- MDMQ (2002) “Hidrografía” En Cartografía Base [shapefile]. Quito: MDMQ.
- MDMQ (2007) Ordenanza Metropolitana 213. (Ordenanza Sustitutiva del Título V “Del Medio Ambiente”, Libro Segundo del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito) Capítulo VII.- Para la Protección de las Cuencas Hidrográficas que abastecen al Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Concejo del Distrito Metropolitano de Quito.
- MDMQ (2008) Ordenanza Metropolitana 255. Régimen del Suelo del Distrito Metropolitano de Quito. Registro Oficial No. 413, de 28 de agosto del 2008.
- MDMQ (2011a) “Plan Metropolitano de Desarrollo del Distrito Metropolitano de Quito 2012-2022”. Quito: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- MDMQ (2011b) “Plan Metropolitano de Ordenamiento Territorial del Distrito Metropolitano de Quito 2012-2022”. Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda de Quito. Quito: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- MDMQ (2014) *Diagnóstico Estratégico del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito - Secretaría General de Planificación - Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda.
- MDMQ (2015a) “Atlas de Amenazas Naturales y Exposición de Infraestructura del Distrito Metropolitano de Quito”. Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad. Cuerpo de Bomberos del DMQ. Segunda Edición. Quito: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- MDMQ (2015b) “Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Distrito Metropolitano de Quito 2015-2025”. Quito: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- MDMQ (2015c) “Plan de Uso y Ocupación del Suelo del Distrito Metropolitano de Quito - PUOS” (2015-2025). Quito: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- MECN (2009) *Ecosistemas del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)*. Publicación Miscelánea No. 6. Serie de Publicaciones del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) - Fondo Ambiental del MDMQ. 1 - 51 pp. Quito: Imprenta Nuevo Arte.
- MECN (2010) *Áreas Naturales del Distrito Metropolitano de Quito: Diagnóstico Bioecológico y Socioambiental*. Reporte Técnico N° 1. Serie de Publicaciones del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN). 1- 216 pp. Quito: Imprenta Nuevo Arte.

- Ministerio de Turismo (2014) Ecuador megadiverso y único en el centro del mundo. Disponible en: <http://www.turismo.gob.ec/ecuador-megadiverso-y-unico-en-el-centro-del-mundo/>. Recuperado el 14 de abril del 2016.
- Noss, R.F. (1992) *The wild lands project: land conservation strategy*. Wild Earth Special Issue. Pp 10-25.
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R., y Massardo, F. (2001) “Fundamentos de conservación biológica Perspectivas latinoamericanas”. México: Fondo de Cultura Económica.
- Pulgarín, M. (2002) “Enseñanza de las Ciencias Sociales Integradas desde el estudio del Espacio Geográfico”. Disponible en: http://upvv.clavijero.edu.mx/cursos/ContenidosBasicosGeografia/vector1/actividad6/documentos/el_espacio.pdf. Recuperado el 04 de abril del 2016.
- Reglamento Ambiental de Actividades Mineras del Ministerio de Ambiente. Acuerdo Ministerial 37 Registro Oficial Suplemento 213 de 27-mar.-2014. Última modificación: 11-jun.-2015. Estado: Vigente. Disponible en: <http://www.mineria.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/08/RAAM.pdf>. Recuperado el 27 de julio del 2016.
- Remolina, F. (2006) “Propuesta de tipología de corredores para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá”. Subdirección Científica, Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
- Roche H. y Vejo, C. (2005) Análisis multicriterio en la toma de decisiones. Disponible en: <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>. Recuperado el 2 de noviembre del 2016.
- Saaty, T. (1980): *The analytic hierarchy process*. En: Ho, W., Dey, P. K. y Higson, H. (2006): Multiple criteria decision-making techniques in higher education, International Journal of Educational Management, Vol. 20. New York: McGraw-Hill.
- Sarmiento, F. (2000) “Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica”. Quito: Editorial Abya Yala.
- Secretaría de Ambiente del DMQ (2013) Mapa de Cobertura Vegetal con enfoque Productivo del Distrito Metropolitano de Quito. Ficha Técnica y shapefile. Quito: Secretaría de Ambiente del DMQ.
- Secretaría de Ambiente del DMQ (2014) “Bosques Protectores y Áreas protegidas municipales” [shapefile]. Secretaría de Ambiente. Dirección Metropolitana de Gestión del Patrimonio Natural.
- Secretaría de Ambiente del DMQ (2015) “Implementación de la primera fase del mapa de ordenamiento forestal en las ACUS y AIER como parte del proceso de fortalecimiento a la aplicación del Modelo de Gestión Forestal en el DMQ”. Memoria Técnica del Mapa de Zonificación Forestal de las ACUS y AIER seleccionadas. Quito: Secretaría de Ambiente del DMQ.

- Secretaría de Ambiente del DMQ (2016) “Subsistema Metropolitano de Áreas Naturales Protegidas del Distrito Metropolitano de Quito (SMANP)”. Disponible en: <http://www.quitoambiente.gob.ec/>. Recuperado el 23 de marzo del 2016.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina (s.f) *Proyecto de Código Ambiental de la República Argentina, Glosario*. Trámite Parlamentario N° 1 / 92. Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- SEMARNAT (2014) “Restauración ecológica”. Disponible en: <http://www.inecc.gob.mx/con-eco-ch/386-hc-restauracion>. Recuperado el 20 de septiembre del 2016. México: Secretaría de medio ambiente y recursos naturales de México.
- Shepherd, G. (2006) “El Enfoque Ecosistémico: Cinco Pasos para su Implementación”. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Simberloff, D. S., J. A. Farr, J. Cox y D. W. Mehlman (1992) “Movement Corridors: Conservation bargains or poor investments?” *Conservation Biology*.
- Simpson, G. (1940) *Mammals and Land Bridges*. *Journal of the Washington Academy of Sciences*. Disponible en: <http://people.wku.edu/charles.smith/biogeog/SIMP940B.htm>. Recuperado el 25 de marzo del 2016.
- SINAC (2008) “Guía práctica para el diseño, oficialización y consolidación de corredores biológicos en Costa Rica”. San José: Sistema Nacional de Áreas de Conservación.
- Sobaler, C. y Fornieles, M. (2014) “La conectividad ecológica desde las Sierras del Norte de Portugal hasta los Alpes: Gran corredor ecológico Sierras del Norte de Portugal - Cordillera Cantábrica – Pirineos – Macizo Central – Alpes Occidentales”. Portugal: Congreso Nacional del Medio Ambiente. UICN.
- TULAS (2015) LIBRO VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Ecuador.
- UNAM (2003) “Espacio geográfico, epistemología y diversidad”. México D.F: Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- UNESCO (2010) “Servicios de los ecosistemas y el bienestar humano”. Coordinación: Nekane Viota Fernández y Mainer Maraña Saavedra. Bilbao: Centro UNESCO del País Vasco.
- Universidad Nacional de Colombia (2007) “Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino” Orlando Vargas, Editor; Grupo de Restauración ecológica. Primera Edición. Bogotá: Convenio Interinstitucional Acueducto de Bogotá – Jardín Botánico – Secretaría Distrital de Ambiente.
- Valencia, R., N. Pitman, S. León-Yáñez y P. M. Jorgensen (Eds.) (2000) Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000. Quito: Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Zárate, M. (2016) “Paisajes culturales a través de casos de España y América”. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia de Madrid.