

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica en cumplimiento del Artículo 44 del Acuerdo 48 de 2014, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT

Unidad de Planificación Territorial
Subdirección de Planeación Territorial y Estratégica de Ciudad
Departamento Administrativo de Planeación

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

Profesional

Ingeniera Forestal

MSc. Estudios Urbano Regionales

Carmen Helena Ramírez Upegui

Líder de la Unidad de Planificación Territorial y Estratégica de Ciudad

Jaime Humberto Pizarro Arteaga

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
1. LA RED DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL DEL DISTRITO ESPECIAL DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE MEDELLÍN. FUNDAMENTOS Y CRITERIOS TÉCNICOS PARA SU CONCEPCIÓN Y LA DEFINICIÓN.	7
1.1. FUNDAMENTOS Y CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA CONCEPCIÓN Y LA DEFINICIÓN DE LA RED DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA del Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín.	8
1.1.1. Métricas de Paisaje Utilizadas.....	9
1.1.2. Insumos que se Tuvieron en Cuenta para la Mapificación de la Red de Conectividad Ecológica.....	10
1.1.3. Secuencia Metodológica para la Identificación, Delimitación y Definición de la Red de Conectividad Ecológica.	11
1.2. ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA RED DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA Del Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín	13
1.2.1. Nodos Estructurantes.....	14
1.2.2. Enlaces Estructurantes.	15
1.2.3. Nodos y Enlaces Estructurantes Proyectados.....	15
1.2.4. Áreas de Interés Recreativo y Paisajístico.	15
1.2.5. Corredores del Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas – SIMAP.....	15
1.2.6. Fragmento.....	16
1.2.7. Nodo potencial.	16
1.2.8. Enlaces o Corredores Potenciales.	16
2. EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS CON REFERENCIA EN LAS MÉTRICAS DE PAISAJE Y VARIABLES ESTRUCTURALES ESTABLECIDAS EN EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.	19
2.1. Forma.....	19
2.2. Tamaño.....	20
2.3. Área interior o área núcleo.....	21
2.4. Vecinos más próximos.	21
3. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN VEGETAL PARA VALORAR EL POTENCIAL PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA.....	22
3.1. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN VEGETAL PARA VALORAR EL POTENCIAL PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA.....	23

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

3.2. Hábitat.....	24
3.3. Tamaño.....	24
3.4. Forma.....	24
3.5. Fragmentación.....	25
3.6. Continuidad, aislamiento y conexiones reales o potenciales.....	26
3.7. Estructura horizontal.....	26
3.8. Estructura vertical.....	27
3.9. Estadios Sucesionales.....	27
3.10. Naturalidad.....	28
3.11. Variedad de especies y heterogeneidad de formas vegetales.....	29
3.12. Especies de valor para la ciudad.....	30
3.13. Permanencia de elementos biofísicos.....	30
3.14. Matriz circundante.....	30
3.15. Enlace circundante establecido en el POT.....	31
3.16. Nodo circundante establecido en el POT.....	31
4. ANÁLISIS CORRESPONDIENTES A LA INTERVENCIÓN DE LA RED DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA.....	31
4.1. AFECTACIÓN DEL ESTADO DE (LOS) ELEMENTO (S) Y DE SU ESTADO ACTUAL.....	31
4.2. RECOMPOSICIÓN DEL ESTADO DEL ELEMENTO Y DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA.....	32
4.3. FORTALECIMIENTO Y APOORTE A LA CONSOLIDACIÓN DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA POR PARTE DEL PROYECTO.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	33

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

INTRODUCCIÓN

Para abordar la evaluación de la red de conectividad ecológica del Acuerdo 48 de 2014, es necesario hacer un recuento de los criterios técnicos y los parámetros fundamentales, con los cuales se identificaron, se definieron y se establecieron los elementos que conforman la red de conectividad ecológica estructural contenida en el Plan de Ordenamiento territorial como parte del suelo de protección del territorio distrital.

Los criterios técnicos y parámetros establecidos en el POT para la identificación, delimitación y definición de la red de conectividad ecológica son retomados de los documentos técnicos de soporte del Plan de Ordenamiento Territorial, incluido el Acuerdo 48 de 2014, los cuales tienen fuerza vinculante y hacen parte integral del Acuerdo 48 de 2014.

Los elementos de la red de conectividad ecológica se establecieron a partir de una perspectiva integral de los espacios que conforman la estructura verde del Distrito especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín, o que tienen el potencial para conformarla, no se seleccionaron a partir de evaluación predio a predio. Para su identificación y delimitación se tuvieron en cuenta variables fundamentadas en criterios técnicos desde la ecología del paisaje, no se tuvieron en cuenta variables como tenencia, potencial de desarrollo o área construida.

A continuación, se hace un recuento de los criterios y fundamentos técnicos con los cuales se estructuró, conceptualizó, y definió la estructura de la red de conectividad ecológica para el Distrito especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín. Con base en estos, se deben sustentar los requerimientos de revisión y ajuste de los elementos de la red de conectividad ecológica estructurante que hace parte de la Estructura Ecológica Principal del Distrito.

Este documento se convierte además en un insumo fundamental para la revisión y evaluación de elementos de la red de conectividad ecológica, por medio de solicitudes de interesados particulares, gremiales o interinstitucionales, que así lo soliciten, en cumplimiento de lo establecido en el numeral 1 (uno) del artículo 44 del Acuerdo 48 de 2014 (**Criterios para la intervención de la Red de conectividad Ecológica**), en el que se encuentra que:

“En todos los proyectos públicos de intervención sobre áreas, deberán elaborarse estudios de conectividad ecológica tomando como referencia la red estructurante y complementaria definida

por el presente Acuerdo. En caso de generarse afectaciones, deberán definirse las medidas para restablecer uniones entre nodos, enlaces y fragmentos en el área de influencia del proyecto.”.

Se propone con este documento un contenido mínimo para la realización de los estudios definidos en el numeral 1(uno) del citado artículo 44, los cuales pueden ser la base para revisar los trámites o proyectos que deban ser analizados a la luz del cumplimiento del artículo 22 del acuerdo 48 de 2014.

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

Este documento se presenta en dos partes esenciales:

- Fundamentos y criterios técnicos establecidos en el plan de ordenamiento territorial para su concepción y la definición.
- Análisis de la composición vegetal para valorar el potencial para la conectividad ecológica funcional.

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

1. LA RED DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA DE LA ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL DEL DISTRITO ESPECIAL DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE MEDELLÍN. FUNDAMENTOS Y CRITERIOS TÉCNICOS PARA SU CONCEPCIÓN Y LA DEFINICIÓN.

En el Plan de Ordenamiento Territorial, se define la Estructura Ecológica (EE), como el “**sistema interconectado** de las áreas con alto valor ambiental que **sustenta los procesos ecológicos esenciales del territorio y la oferta de servicios ecosistémicos**, que se integran estructural y funcionalmente con la estructura ecológica regional, con la finalidad de brindar capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico y cultural de la población. Igualmente se incorporan en la Estructura Ecológica los lineamientos establecidos en el Acuerdo 10 de 2014, Política de Biodiversidad para Medellín.”. Artículo 19 del Acuerdo 48 de 2014.

Dentro de la EE, el Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín, reconoce la **Estructura Ecológica Principal (EEP)**, como el **primer nivel de prioridad**, con el propósito de **asegurar el mantenimiento o recuperación de funciones ecológicas esenciales para la prestación de servicios ecosistémicos**. (Artículo 20 numeral 1, del Acuerdo 48 de 2014).

Las áreas de la Estructura Ecológica Principal son suelo de protección, en esta se incluyen entre otras, las **áreas de interés estratégico** de las que hacen parte, los **elementos estructurantes de la red de conectividad ecológica**. (Artículo 14 del Acuerdo 48 de 2014).

El Artículo 14 del Acuerdo 48 de 2014, reconoce el suelo de protección como una categoría al interior del suelo rural, urbano y de expansión urbana, en los cuales por sus características geográficas, paisajísticas y ambientales, entre otras, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse.

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

1.1. FUNDAMENTOS Y CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA CONCEPCIÓN Y LA DEFINICIÓN DE LA RED DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA DEL DISTRITO ESPECIAL DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE MEDELLÍN.

En el Acuerdo 48 de 2014 “*Por medio del cual se adopta la revisión y ajuste de largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones complementarias*”, se establece una red de conectividad ecológica **soportada en criterios estructurales del paisaje**, y definida como suelo de protección derivado de las Áreas de Interés Estratégico de la Estructura Ecológica Principal.

La red de **conectividad ecológica estructural** del Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín, se establece en el artículo 33 del Acuerdo 48 de 2014; “**busca promover y conservar procesos biológicos** además del mantenimiento de poblaciones viables de biota **en un paisaje fragmentado**. La generación y conservación de la red de conectividad **contribuye con el incremento de servicios ecosistémicos** de gran valor para las poblaciones”. (POT_IIIc_EvaluaciónSeguimiento, pág. 56).

La conectividad estructural hace referencia al “grado bajo el cual **el paisaje facilita o impide el movimiento entre parches** de bosque nativo o a través de paisajes. El cálculo de la probabilidad de movimiento, o desplazamiento de un organismo entre los parches y la localización de los recursos disponibles dentro del paisaje, se constituye en un medio para medir dicha conectividad (Taylor et al, 1993; Brooks, 2003)”. (POT_IIIc_EvaluaciónSeguimiento, pág. 56).

“De otro lado, la conectividad funcional **desde el punto de vista biológico del paisaje** contempla el proceso mediante el cual las **subpoblaciones de determinado paisaje están conectadas dentro de una unidad demográfica funcional** (Merriam, 1984), además de la forma como se efectúa el movimiento de individuos y genes (Brooks, 2003)”. (POT_IIIc_EvaluaciónSeguimiento, pág. 56).

Dentro de las “**Áreas prioritarias para el aseguramiento de la diversidad biológica del territorio**” se encuentra **la red de conectividad ecológica estructural**, tal y como se encuentra en el desarrollo de la línea base o “Estado Actual de la EEP” presentada en el numeral 2.3.1.3., del documento técnico de soporte de Diagnóstico del POT (POT_IIIc_EvaluaciónSeguimiento), en donde se encuentra que: desde una estrategia de Estructura Ecológica Principal, el aseguramiento de la diversidad biológica se enfoca en la “gestión de áreas que contengan paisajes o ecosistemas poco o medianamente transformados **donde sea posible** aumentar la representatividad ecosistémica a diferentes escalas y proteger especies, a través del mantenimiento de los ciclos de vida y de la diversidad genética.”.

En concordancia con lo anterior, la propuesta de red de conectividad ecológica para el Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín, “se **fundamenta en criterios de la ecología del paisaje, soportada en criterios estructurales del paisaje y no en criterios de funcionamiento de los ecosistemas boscosos**, lo cual deberá ser objeto de estudios posteriores (dado que la conectividad funcional o biológica, implica entre otros aspectos: inventarios, nivel muy detallado de información autoecológica de las especies de interés, por ejemplo, ciclos de vida, requerimientos de hábitat, etc.). **No obstante, la conectividad estructural basada en criterios de ecología del paisaje permite en el tiempo favorecer el mejoramiento de funciones**”.

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

y procesos ecológicos de los ecosistemas. (POT_IIIc_EvaluaciónSeguimiento; POT_20141123_IVa_Formulación).

Debe aclararse que los estudios posteriores que se mencionan en el párrafo anterior, **no están referidos para la precisión de las áreas de los elementos estructurales de la conectividad ecológica**; se refieren a evaluaciones posteriores para el aumento de la representatividad ecosistémica, y mejoramiento de funciones y de procesos ecológicos que tiendan a la protección de especies y al mantenimiento de ciclos de vida y de la diversidad genética, en la búsqueda del aseguramiento de la diversidad biológica en áreas prioritarias para dicho fin.

Dichos estudios, pueden ser de gran utilidad, como insumo para realizar “las intervenciones direccionadas al mantenimiento, mejoramiento y recuperación, con prácticas de manejo diferenciadas y aplicables según las características de cada espacio...”, como se establece en el numeral 4 del Artículo 44. “Criterios para la intervención de la Red de conectividad Ecológica”. Sin embargo, dichos estudios no quedaron establecidos como de necesaria realización para la consolidación de la red de conectividad ecológica en los documentos técnicos de soporte, o en el articulado del Acuerdo 48 de 2014.

1.1.1. Métricas de Paisaje Utilizadas.

La red de conectividad ecológica estructural, identificada para el Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín, está constituida por polígonos que se clasificaron como nodos, fragmentos y enlaces. **Dichos polígonos fueron clasificados a partir de métricas de paisaje tales como área, índice de forma, proximidad, y área de interior (para un buffer de 100 metros (; los resultados de los cálculos pertinentes sirvieron como insumo para definir dichos nodos, enlaces o fragmento.** Además, con estos se calculó, para el POT el índice de conectividad con el cual se puede analizar el grado de conectividad estructural de la red.

- **Tamaño o Área:** es variable, se encuentran áreas menores a 5.000 m²; áreas entre 5.000 m² y 6.400 m² y mayores a los 6.400 m².

Un área mayor **de 6.400 m², se considera hábitat**, según los documentos técnicos de soporte de diagnóstico (POT_IIIc_EvaluaciónSeguimiento) y formulación (POT_20141123_IVa_Formulación).

- **Índice de forma:** razón perímetro área que da cuenta de la forma de un polígono, un polígono con índice de forma mayor a 1,5 se asemeja a una forma alargada o irregular. Un polígono con índice de forma menor a 1,5 se asemeja a una forma redonda o más regular.

$$D = P / (2\sqrt{(P_i * A)})$$

En donde:

D = Índice de forma

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

P = Perímetro

A = Área

- **Área interior o área núcleo:** área concentrada, central de un polígono, cubierta con vegetación, con un buffer de 100 metros.
- **Vecinos más próximos:** Generalmente se toman como vecinos más próximos parches del mismo tipo de cobertura, para medir el grado de aislamiento de una cobertura.

Se considera < 200 m.

1.1.2. Insumos que se Tuvieron en Cuenta para la Mapificación de la Red de Conectividad Ecológica.

Según el documento técnico de soporte, correspondiente a la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín, la identificación y caracterización de los elementos de la red ecológica establecida (para ser definidos como: nodos, fragmentos y enlaces, según las métricas de paisaje aplicadas), parten de la **revisión y cruce de información relacionada existente en los 23 estudios** (La lista de 23 estudios analizados se puede consultar en ítem relacionado con los aspectos metodológicos de la página 58 del DTS “POT_Illc_EvaluaciónSeguimiento”, correspondiente al diagnóstico).

Dentro de los 23 estudios pueden encontrarse de manera fundamental, para la construcción dicha red los siguientes: El Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas del Valle de Aburrá (SIMAP); El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Aburrá (POMCA); Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región Metropolitana del Valle de Aburrá (PMEPVU).

Desde el cruce de información efectuado, se concluyó, que: “los instrumentos de planificación del territorio (Planes revisados), no aportan de manera representativa cambios a la red establecida por el PMEPU, este se constituye en el eje central de dicha temática. No obstante, a partir de fotointerpretación realizada, se complementa la red ecológica para el área urbana de Medellín con base en las métricas del paisaje que se corren y que conllevan a clasificar los polígonos identificados en nodos, fragmentos y enlaces. (POT_Illc_EvaluaciónSeguimiento, pág. 60).

A partir de la red de conectividad identificada, resultante del cruce de información efectuado a con base en los estudios mencionados, se procedió por medio de fotointerpretación, a la incorporación de “**nuevas áreas verdes a la red ecológica actual urbana**”, “cuyo criterio de selección se fundamenta en aquellas zonas que contengan **coberturas de vegetación concentrada** para ser definidas posteriormente como **nodos, enlaces y fragmentos**. Así mismo, se efectúa el ajuste a los polígonos identificados que abarquen construcciones o áreas que no correspondan con zonas verdes urbanas. La identificación de estas nuevas áreas verdes urbanas se realiza a partir de fotointerpretación, que toma como insumo una ortofoto del año 2011, con verificación de información sobre otra imagen el año 2012”. “En escala 1:2000 se identifican las áreas a incorporar a la red

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

ecológica, independiente que sean espacios públicos o privados.”. (*Municipio de Medellín, 2014, D.T.S. Evaluación y Seguimiento del POT, pág. 60*).

Se anota, como se encuentra en el documento técnico de soporte que: “Para el modelamiento de la red estructural de conectividad ecológica una de las fases fundamentales la constituye la elección de los enlaces de la red, dado que varios de éstos es **necesario crearlos por medio de actividades de revegetalización, por ejemplo, en áreas relacionadas con enlaces hídricos y lo zonas con cobertura en pastos**”. (*Municipio de Medellín, 2014. DTS, formulación del POT. Pág. 91.*). Por tanto, es importante señalar que muchos de los enlaces de la red de conectividad ecológica identificada para el Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín, pueden presentar áreas con cobertura de pastos, las cuales son fundamentales en los elementos de la red de conectividad ecológica estructural por ser áreas disponibles para la revegetalización, en la búsqueda de consolidar las **“Áreas prioritarias para el aseguramiento de la diversidad biológica”, y son consecuentes con el potencial que deben tener los elementos de la red de conectividad ecológica para contribuir a la prestación de servicios ecosistémicos, dada el área disponible para la revegetalización.**

Se debe resaltar y recalcar que, la selección de los componentes de la red de conectividad ecológica del Acuerdo 48 de 2014, no se realizó predio a predio, sino que se realizó a partir de una perspectiva integral del territorio, con la identificación de los espacios existentes o potenciales en la conformación de una estructura verde del Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín, que pudieran estructurar una red de conectividad ecológica. Por tanto no se tuvieron en cuenta variables como tenencia, potencial de desarrollo o área construida.

1.1.3. Secuencia Metodológica para la Identificación, Delimitación y Definición de la Red de Conectividad Ecológica.

Según se encuentra en el documento técnico de soporte (POT_20141123_IVa_Formulación), los insumos que sirvieron de manera preliminar para la identificación y delimitación de la red de conectividad ecológica antes de ser complementada con la fotointerpretación, fueron en su orden:

- Áreas estratégicas para la conservación de especies objeto de conservación, directamente relacionadas con las **Áreas prioritarias para el aseguramiento de la diversidad biológica.**

Estas áreas son retomadas del estudio de Corantioquia (2013) y Avances Convenio SMA-Parque Explora. PNGIBSE (VERSIÓN PRELIMINAR), 2013.

- **Lotes públicos:** Recoge los espacios verdes asociados con los espacios verdes públicos reconocidos en el Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos (PMEPVU, 2006).

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

- **Red de conectividad ecológica de los Planes Especiales de Ordenamiento Corregimental (PEOC).** En el suelo rural, el análisis de la situación actual de la conectividad ecológica del Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín, se fundamenta en la información contenida en los documentos de Diagnóstico de los Planes de Ordenamiento Corregimental –PEOC-, para lo cual se revisaron aspectos desarrollados en cada uno de estos planes.
- **Red de Conectividad del Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos.** Se retoman los nodos, enlaces y fragmentos identificados en la red de conectividad ecológica del PMEVPVU, 2006.

Si bien no son estrictamente coincidentes los planteamientos del POT con los elementos indicados en el PMEVPVU, entendido por los tiempos de estructuración de ambas redes (año 2005 del PMEVPVU vs. fotointerpretaciones y verificación de campo en el año 2013), la base fundamental para la propuesta de red de conectividad la constituye el PMEVPVU, por la oportunidad que éste ofrece en cuanto a la articulación de la EEP de Medellín con la EEP Metropolitana y Regional. (POT_20141123_IVa_Formulación).

- **Corredores del Sistema Metropolitano de Área Protegidas (SIMAP).** La red de conectividad ecológica vincula aquellos corredores urbanos y urbano-rurales del SIMAP (AMVA), cuyo propósito es la integralidad de las áreas rurales y urbanas para establecer un continuo de espacio público con funciones ambientales definidas, lo cual resulta estratégico desde la perspectiva de articulación con la red ecológica metropolitana y regional. (POT_20141123_IVa_Formulación. Pág. 93).
- **Incorporación de áreas verdes de predios privados.** A partir de la fotointerpretación se delimitan espacios verdes de predios privados, y se complementa la red de conectividad identificada a partir del cruce de información de preexistente, insumada por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá como determinantes en la construcción de dicha red.

Una vez identificados los polígonos de espacios verdes de predios privados se hace el ajuste a los polígonos identificados que abarquen construcciones o áreas que no correspondan con zonas verdes urbanas.

Por último, el documento técnico de diagnóstico (POT_IIIc_EvaluaciónSeguimiento, pág. 63) enfatiza en que: Es de anotar que, según los documentos técnicos que hacen parte del POT, *“la red de conectividad ecológica actual para la zona urbana del municipio de Medellín no corresponde con una red lo suficientemente compleja y que brinde un sin número de bienes y servicios ambientales y que corresponda por tanto con una adecuada conectividad estructural. Se cuenta con un bajo grado de conectividad entre nodos.”*

Se entiende que dicha red de conectividad está constituida por los mínimos elementos que fue posible identificar desde las métricas desde la ecología del paisaje, dentro de una red de conectividad

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

estructural, los cuales cuentan con el potencial de consolidar una red funcional en el tiempo. Cualquier alteración que se haga a algún elemento, que conserve con los atributos que se tuvieron en cuenta para hacer parte de la red de conectividad ecológica estructural desde métricas de la ecología del paisaje, altera la red de conectividad ecológica establecida con los fines de protegerse como **Áreas prioritarias para el aseguramiento de la diversidad biológica.**

La pérdida de cualquier elemento existente, sea un nodo o un enlace puede impactar de manera negativa la conectividad y circuicidad de la red urbana y Distrital, y de manera directa el potencial para consolidarse, en el tiempo, la conectividad funcional.

1.2. ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA RED DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA DEL DISTRITO ESPECIAL DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE MEDELLÍN

Como resultado de la aplicación de las métricas del paisaje utilizadas, se define en el artículo 33 del Acuerdo 48 de 2014, que la red ecológica estructurante del Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín, está conformada por los siguientes elementos: Nodos y enlaces estructurantes actuales o existentes, y proyectados, Áreas de interés recreativo y paisajístico, y corredores del Sistema Metropolitano del Áreas Protegidas – SIMAP. Estos elementos están identificados por polígonos en una base de datos cartográfica, la cual se recoge en la cartografía protocolizada del Acuerdo 48 de 2014.

La red de conectividad estructurante para el Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín, está compuesta por 771 elementos clasificados en fragmentos, nodos y enlaces; estos están diferenciados en actuales o proyectados, y se encuentran consignados en un shape construido bajo el software ArcGIS.

En el artículo 33 del Acuerdo 48 de 2014, se definen los elementos de la red de conectividad estructurante como nodos estructurantes, enlaces estructurantes, nodos y enlaces estructurantes proyectados, Áreas de interés recreativo y paisajístico, y Corredores del Sistema Metropolitano de Áreas protegidas. En la Tabla 1, a continuación, se muestran los elementos de la red de conectividad estructurante con sus elementos y su relación con los definidos en el Artículo 33 del Acuerdo 48 de 2014. No obstante, en el artículo se desagregan los elementos de la red de conectividad. En el mapa no se encuentra esta misma desagregación. Sin embargo, los elementos diferenciados en la Tabla 1, si se encuentran clasificados en la geodatabase correspondiente a la cartografía en la que establece la red de conectividad ecológica.

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

Tabla 1. Estructura de la Red de conectividad estructurante de Medellín.

ELEMENTO	TIPO	Total (número de polígonos)	Corredor del SIMAP (número de polígonos)
Áreas de interés recreativo y paisajístico	Enlace proyectado	1	
	Nodo actual	4	2
	Nodo proyectado	11	2
Enlace Estructurante	Enlace actual	520	142
Nodo Estructurante	Nodo actual	44	13
Nodos y enlaces estructurantes proyectados	Enlace proyectado	104	15
	Fragmento	58	24
	Nodo proyectado	29	2
Total general		771	200

De los elementos de esta red se deduce que 625 elementos corresponden a enlaces (81,1%), 88 corresponden a nodos (11,4%) y 58 son fragmentos (7,5%). Se nota la abundancia de los enlaces de esta red, asociados al río Medellín, a caños, quebradas, zanjones y acequias.

Según las métricas aplicadas, relacionadas con el tamaño, la forma y el área núcleo, se clasifican y definen, como se encuentra en los documentos técnicos de soporte de diagnóstico (POT_IIIc_EvaluaciónSeguimiento) y en el de formulación (POT_20141123 IVa_Formulación), y en el artículo 33 del Acuerdo 48 de 2014, los siguientes elementos.

1.2.1. Nodos Estructurantes. Corresponden a “fragmentos de bosque con áreas superiores a 6400 m², y cobertura vegetal con mejor estado de conservación. Las áreas protegidas urbanas son consideradas como nodos estructurantes de la red de conectividad.”.

Según el documento técnico de soporte correspondiente al diagnóstico (POT_IIIc_EvaluaciónSeguimiento), los **nodos** “se definen como fragmentos de mayor tamaño y de mejor composición vegetal.”. Allí se agrega que: “corresponden con **nodos potenciales** los fragmentos de coberturas naturales con área superior a 5 Hectáreas y con área interior”. Anotan además que las superficies mayores o iguales a 6.400 m², corresponden con el área mínima requerida como hábitat para la especie de aves comunes en zonas urbanas del valle de Aburrá. (Plan Maestro de Espacios Públicos Verdes Urbanos de la Región Metropolitana, 2006).”. “Los fragmentos que

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

no califican como nodos potenciales por su menor tamaño (menor a 5 hectáreas) son posibles fragmentos de enlace complementario a los **corredores potenciales**, para configurar con ellos tramos o rutas de conectividad”. Los elementos “con índices de forma menor o igual a 1.5, independiente de su extensión, corresponden con los fragmentos”.

1.2.2. Enlaces Estructurantes. “Comprenden áreas priorizadas a partir de análisis de métrica del paisaje, así como los corredores riparios definidos a partir del POMCA, del Río Aburrá y del Plan Maestro de Zonas Verdes Urbanas, que incluyen corredores riparios y de quebrada asociados a las quebradas La Iguaná, Santa Elena, Picacha, Tablaza, Doña María, Malpaso, Quintana, Altavista y Guayabala.”

Según el documento de diagnóstico (POT_IIIc_EvaluaciónSeguimiento), “los enlaces se identifican como aquellas zonas que forman líneas que unen y dirigen el flujo o el movimiento entre los nodos. Corresponden con los **corredores potenciales** de la red y para un índice de forma mayor a 1.5”. Los elementos con índices de forma mayor que 1.5 corresponden a enlaces.

1.2.3. Nodos y Enlaces Estructurantes Propuestos. “Corresponden a zonas asociadas con áreas de amenaza alta por deslizamientos o inundaciones, o con deterioro causado por actividades mineras, frente a las cuales se proponen acciones de recuperación y restauración para su articulación a la red ecológica propuesta. Corresponden principalmente a áreas localizadas en el borde urbano rural – Cinturón Verde- y que a partir de los macroproyectos de borde, se incorporarán al sistema de espacio público de esparcimiento y encuentro, con el fin de consolidar el objetivo de recuperar ambientalmente estas zonas, consolidar el cinturón verde en articulación con la clasificación del suelo y potenciar áreas para el espacio público que propenda fundamentalmente por pisos blandos y recreación pasiva.”

1.2.4. Áreas de Interés Recreativo y Paisajístico. “Hacen parte de la red de conectividad ecológica estructurante, los siguientes inmuebles son considerados como áreas de interés recreativo y paisajístico. Club El Campestre, Club El Rodeo, Lote de la Universidad de Antioquia en la Comuna Vila Hermosa, Parque La Ladera, Finca Montecarlo, Finca La Mesa, Museo El Castillo, Lote El Castillo, Zoológico Santa Fe, Canal Parque (*Antiguo Vivero Municipal*), Piedra Lisa, Ecoparque Loma Hermosa, Yerbabuena, Jardín Botánico y lote adyacente a la Universidad de Medellín”.

1.2.5. Corredores del Sistema Metropolitano de Áreas Protegidas – SIMAP. “La red de Conectividad Ecológica vincula aquellos corredores urbanos y urbano-rurales, cuyo propósito es la integralidad de las áreas rurales y urbanas para establecer un continuo de espacio público con funciones ambientales definidas.”

Según el Artículo 33 del Acuerdo 48 de 2014, son parte de la red de conectividad, 16 corredores identificados por el Sistema de Áreas Protegidas, elaborado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, mediante el Convenio No. 520 de 2006. En el cual se identifican áreas prioritarias para su conservación por su aporte en servicios ambientales para la población metropolitana, esta priorización se soporta en la selección y valoración de seis objetivos de conservación asociados a: garantizar la regulación hidrológica; conservar coberturas vegetales naturales y seminaturales como mitigadoras y reguladoras climáticas; conservar áreas naturales para

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

prevenir y controlar erosión y sedimentación; conservar áreas naturales que permitan la depuración de contaminantes; conservar áreas naturales como barrera a la expansión urbana; conservar valores escénicos con la función de deleite, educación, formación y recreación. En la Tabla 1, ya citada anteriormente, se cuentan 200 elementos de la red de conectividad ecológica de Medellín, que hacen parte de 16 corredores del SIMAP establecidos por el Área Metropolitana.

Los 16 corredores que cita el Acuerdo 23 son los siguientes:

- a). Corredor número 10. La Rosa.
- b). Corredor número 11. Bermejala.
- c). Corredor número 12. El Molino
- d). Corredor número 13. Unidad de conservación Jardín Botánico -Parque Norte -Universidad de Antioquia.
- e). Corredor número 14. Santa Elena
- f). Corredor número 15. La Poblada.
- g). Corredor número 16. La Presidenta.
- h). Corredor número 17. Aguacatala.
- i). Corredor número 18. Altavista.
- j). Corredor número 19. La Picacha.
- k). Corredor número 20. Altavista.
- l). Corredor número 21. La Hueso.
- m). Corredor número 22. La Iguaná.
- n). Corredor número 23. La Quintana.
- o). Corredor número 24. La Moreno.
- p). Corredor Red de cerros Tutelares

1.2.6. Fragmento. Elemento de la red con índice de forma menor o igual a 1.5

1.2.7. Nodo Potencial. fragmentos de coberturas naturales con áreas superiores a 5000 m² y con área interior.

1.2.8. Enlaces o Corredores Potenciales. Zonas que forman líneas. Tienen un índice de forma mayor a 1.5

Se aclara en este aparte que los corredores identificados en la red de conectividad ecológica del Plan de Ordenamiento Territorial **no se consideran corredores biológicos**, se denominan corredores o enlaces de conectividad ecológica.

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

Según cita García Márquez, R., (2012), en su estudio “Corredores biológicos en la Amazonia colombiana: Estado actual, amenazas y conectividad”, elaborado para Naciones Unidas, el concepto de **corredor biológico** fue inicialmente usado por el biogeógrafo y paleontólogo G. G. Simpson en 1936, para explicar la dispersión de las especies entre los continentes. Por su parte, Preston en 1962 recomendó establecer corredores entre reservas, con el fin de incrementar el tamaño de poblaciones animales aisladas. En los 70’s se incrementan recomendaciones orientadas a fortalecer la conectividad entre hábitat fragmentados.

Los **corredores biológicos** se han definido como espacios sub-regionales, biológicos y estratégicamente definidos, seleccionados como unas unidades de planificación e implementación de acciones de conservación a gran escala. Su objetivo es mantener la conectividad entre superficies naturales, mediante la creación, ampliación y consolidación de áreas protegidas, la recuperación de zonas degradadas y la promoción de sistemas productivos amigables con la biodiversidad.

Diversos especialistas sostienen que el establecimiento de **corredores biológicos** es la mejor alternativa para conectar poblaciones dentro de **fragmentos de bosque natural a grandes escalas**.

Son ejemplos de corredores biológicos en Colombia:

- ✓ El corredor biológico Serranía de Los Churumbelos - Cueva de Los Guácharos
- ✓ El área de manejo especial de La Macarena –AMEN–
- ✓ El Parque Nacional Natural Río Puré
- ✓ EL programa corredor de gestión tradicional de las áreas protegidas de La Paya (Colombia), Cuyabeno y
- ✓ (Ecuador) y Gueppi (Perú)

Los **corredores biológicos** se diferencian conceptualmente de otros tipos de elementos, y se han interpretado de otras maneras no correspondientes, entre diversas definiciones dentro de las que se pueden encontrar:

- **Corredor:** parche angosto y continuo de vegetación que facilita el movimiento entre parches de hábitat, previniendo el aislamiento de poblaciones. (Merriam 1984, citado por García Márquez, R., (2012))
- **Corredor:** rasgo lineal de vegetación que difiere de la vegetación circundante y concreta al menos dos fragmentos que estaban conectados históricamente. (Saunders y Hobbs 1991), citado por García Márquez, R., (2012))

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

- **Corredor de Paisaje:** franja de tierra o vegetación que difiere del paisaje circundante. Se pueden encontrar corredores de disturbio, de plantación, de regeneración. (Barrett y Hobbs 1991), citado por García Márquez, R., (2012))

- **Corredor ecológico:** Pueden diferenciarse dos tipos.

-Corredor de dispersión de fauna: elemento lineal del paisaje, existente y natural o nativo y restaurado, que conecta dos o más bloques de hábitat y funciona como ruta de dispersión para la fauna y flora nativa. (Smith 1993, citado por García Márquez, R., (2012)).

-Corredor de biodiversidad: mosaico de usos de tierra que conectan fragmentos de bosque natural a lo largo del paisaje. Es una unidad de planeamiento regional en vez de un mecanismo de zonificación. Incluye áreas protegidas existentes, nuevas, reservas privadas etc. (Conservación Internacional 2003, citado por García Márquez, R., (2012)).

- **Corredor de conservación y desarrollo sostenible:** estrategia de conservación que vincula o conecta áreas protegidas mediante un mosaico de usos de bajo impacto (Conservación Internacional 2003, citado por García Márquez, R., (2012)).

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

2. EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS CON REFERENCIA EN LAS MÉTRICAS DE PAISAJE Y VARIABLES ESTRUCTURALES ESTABLECIDAS EN EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

Los elementos de la red de conectividad ecológica se evalúan según los criterios para su identificación y delimitación como parte de la red de conectividad ecológica, los cuales fueron establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial, desde el punto de vista de la conectividad estructural.

Como se encuentra arriba, la identificación y selección de los elementos de la red de conectividad que hace parte de la Estructura Ecológica Principal el Distrito Especial de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín, se basó en métricas de paisaje que dan cuenta del **tamaño, la forma, el área interior o núcleo y el aislamiento**.

Se hace importante reconocer que la intensificación o densificación de la urbanización afecta la estructura espacial de los elementos de la red de conectividad ecológica estructural, en cuanto a: tipo, cantidad, tamaño, distribución y función, desencadenando consecuencias directas sobre la totalidad de la estructura de la red de la que hace parte.

En esta etapa se consideran dos momentos: (a) la evaluación de los elementos de la red de conectividad ecológica a la luz de lo establecido en el POT; (b) La confirmación del potencial del elemento para la conectividad ecológica.

evalúa el elemento a partir de las métricas de paisaje tales como **tamaño (área), índice de forma, proximidad, y área de interior**; los resultados de los cálculos pertinentes servirán como insumo para confirmar lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial con relación al elemento.

Si se confirma lo establecido en el POT para el elemento, éste debe clasificarse según las categorías pertenecientes a la red de conectividad ecológica estructural definida.

2.1. FORMA.

La forma se mide mediante índices de forma de Patton, basados en las características externas de los fragmentos (unidades morfológicas en este caso elementos de la red de conectividad ecológica que pueden diferenciarse dentro de una matriz), que constituyen el paisaje; se fundamentan en la relación área y perímetro.

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

Índice de forma: razón perímetro área que da cuenta de la forma de un polígono.

$$D = P / (2\sqrt{(P \cdot A)})$$

En donde:

D = Índice de forma

P = Perímetro

A = Área

La red de conectividad ecológica del Plan de Ordenamiento Territorial considera:

Enlace: Elementos con índice de forma mayor a 1.5. Se asemeja a una forma alargada o irregular.

Fragmentos y nodos: Elementos con índice de forma menor o igual a 1.5. Se asemeja a una forma redonda o más regular.

2.2. TAMAÑO.

El tamaño de los elementos de la red de conectividad ecológica, juega un papel decisivo en el potencial de la red para cumplir funciones ecológicas. El potencial para acomodar especies y adoptar flujos de especies, nutrientes y energía, es directamente proporcional al tamaño del elemento. Tian, Y., y otros (2014), citados por Ramírez, C., (2017). El **tamaño** Es una medida de área del elemento de la red de conectividad ecológica.

Fundamentalmente, las investigaciones que han abordado esta problemática han usado el tamaño del fragmento como predictor de la riqueza de especies (hipótesis del área per se). Sin embargo, esta relación se explicaría alternativamente por el aumento de heterogeneidad del hábitat en fragmentos de tamaño grande versus fragmentos pequeños, que serían más simples. Así, hábitats estructuralmente más complejos y heterogéneos ofrecerían recursos para el establecimiento de un mayor número de especies.

Todos los elementos de la red de conectividad ecológica, constituidos por espacios con naturaleza y hábitats, dependiendo de su tamaño, distribución, y variedad, tienen el potencial de proporcionar servicios ecosistémicos. Por su parte, hábitats grandes, numerosos y agrupados de manera aleatoria tienen la posibilidad de albergar grandes cantidades de especies en fragmentos individuales, los cuales, según Anderson, 2006, citado por Kattel, G.R. y otros (2013), citados por Ramírez, C., (2017), a menudo tienen un alto potencial de organización de comunidades y de sostenimiento, resiliencia ecológica y oferta de servicios ecosistémicos.

La prestación de los servicios ecosistémicos que puede prestar una red de conectividad ecológica dependen fundamentalmente del tamaño, variedad y distribución de los elementos que la componen, los cuales, en principio son los que pueden cumplir funciones ecológicas y ofrecer dichos servicios.

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

La pérdida de superficie de un elemento constitutivo de la red de conectividad ecológica, dará como respuesta inmediata una disminución de la biodiversidad actual o futura. Existen determinados estudios que demuestran que cuando se produce una pérdida del 80% del área del hábitat original y los fragmentos quedan aislados, el número de especies disminuye considerablemente.

El tamaño del hábitat fragmentado determinará el tamaño de la población, así pues, cuanto más se reduzca la superficie del hábitat más vulnerables serán las especies a la extinción, por varias razones: pérdida de variabilidad genética, fluctuaciones demográficas y fluctuaciones ambientales.

Se enmarca como referencia que: un fragmento es una unidad morfológica que puede diferenciarse dentro de la matriz

Según el tamaño, la red de conectividad ecológica del Plan de Ordenamiento Territorial considera tres grupos:

- ✓ Elementos con **área mayor o igual a 6.400 M²**, se consideran **hábitats**. **6.400 M²** se reconocen como la unidad mínima de hábitat básica para adquirir el potencial para la conectividad ecológica funcional.
- ✓ Elementos con **áreas entre 5000 m² y 6.400 M²**.
- ✓ Elementos con **áreas menores a 5000 m²**.

2.3. ÁREA INTERIOR O ÁREA NÚCLEO.

Se considera el área interior del elemento un buffer o zona de amortiguamiento de 100 metro, medidos desde la línea del perímetro hacia adentro del elemento.

Según el área núcleo o interior, en la red de conectividad ecológica del Plan de Ordenamiento Territorial se considera:

***Elementos sin área núcleo**

***Elementos con área núcleo.**

2.4. VECINOS MÁS PRÓXIMOS.

Las transformaciones asociadas a la densificación de la urbanización en el suelo urbano, dejan como consecuencia un paisaje simple, conformado por un mosaico de hábitats o fragmentos dentro de una matriz construida, cada vez más escasos y dispersos. La disminución y aislamiento de los hábitats o fragmentos, repercuten en la viabilidad, distribución y la abundancia de las de las poblaciones de especies cuyo desarrollo y supervivencia está íntimamente ligados a dichos espacios.

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

El grado de aislamiento está influenciado por la distancia entre los fragmentos o hábitats, separados por las infraestructuras artificiales entre éstos, circunstancia que limita la capacidad de movimiento de las especies y la disminución de la interconexión entre los estos.

El aislamiento de los fragmentos, y por tanto el aumento de la distancia entre ellos, dificulta el intercambio de individuos, que se asocia en muchas ocasiones a la progresiva desaparición de las especies acantonadas en éstos. Este fenómeno provoca que sólo las especies más resistentes o generalistas logren mantenerse, mientras las más sensibles quedan relegadas a los fragmentos de mayor tamaño.

La distancia mínima entre los elementos de la red de conectividad ecológica es de 200 m.

3. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN VEGETAL PARA VALORAR EL POTENCIAL PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA

Este potencial se confirma con base en el porcentaje de área construida del elemento con relación a:

- a) Porcentaje de área con vegetación, en relación con el área construida;
- b) Aislamiento;
- c) Pérdida de área núcleo
- d) Fragmentación.

Si un elemento se encuentra con un porcentaje de área con vegetación menor al 50% con relación a su área construida (presenta porcentaje mayor de área construida), se encuentra aislado (con un elemento de la red de conectividad o área con vegetación a una distancia mayor a 200 metros), no presenta área núcleo y se encuentra fragmentado en la superficie que contiene vegetación, **se considera que el elemento no presenta potencial para la conectividad ecológica estructural** y no tienen capacidad de ofrecer servicios ambientales. En consecuencia, no puede tener potencial para hacer parte de una red de conectividad ecológica funcional a futuro.

Si se confirma el aporte del elemento para la conectividad ecológica estructural y su potencial para la conectividad ecológica funcional en razón de las variables de los literales a, b, c, y d, de este numeral, se evalúa la composición espacial de la vegetación como se muestra en el numeral 2.3, a continuación de este documento.

Los **corredores** identificados en la red de conectividad ecológica del Plan de Ordenamiento Territorial se consideran corredores ecológicos o enlaces de conectividad ecológica.

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

3.1. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN VEGETAL PARA VALORAR EL POTENCIAL PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA.

En esta fase se evalúa la composición del elemento en cuanto a variables estructurales que ofrecen potencial para la conectividad ecológica funcional. Para el efecto, se hace un análisis estructural de la composición de la cobertura vegetal para valorar y confirmar el potencial para la conectividad ecológica funcional. Este potencial se evalúa revisando: estructura horizontal, estructura vertical, forma, estadios sucesionales, naturalidad, fragmentación, mantenimiento, aislamiento, conexiones reales o potenciales, heterogeneidad de formas vegetales, especies de valor para la ciudad, especies predominantes, permanencia de elementos biofísicos, y presión urbanística.

Los espacios urbanos con vegetación sirven de refugio a diferentes especies de fauna y flora, conservación del agua y de los suelos. Sirven como fuentes de alimento, tienen un efecto regulatorio sobre la ciudad y su microclima. Los espacios con vegetación tienen la capacidad de regular el régimen térmico dado que amortiguan los rayos solares, reducen los efectos de la “isla de calor”; aportan con la captación y almacenamiento de carbono, facilitan el ciclo de nutrientes y la estabilidad física. Disminuyen el albedo, favorecen la permeabilidad, aportan al mejoramiento de la estructura del suelo.

La vegetación en los espacios urbanos, por medio de su superficie foliar, contribuye al mejoramiento de la calidad del aire por medio de la retención de polvo y contaminantes en suspensión. Contribuye también a la absorción de parte del ruido urbano y a suavizar el impacto visual de las edificaciones en sectores muy densos. Son reservorios de biodiversidad y se consideran hábitat y alimento para la fauna silvestre y especies vegetales, por lo cual contribuyen al mantenimiento de procesos ecológicos en el paisaje urbano.

El potencial de los elementos de la red de conectividad ecológica para cumplir las funciones mencionadas en los dos párrafos anteriores, como espacios urbanos con vegetación, es directamente proporcional al área con coberturas vegetales, lo cual ofrece la posibilidad de albergar de manera espontánea o generada por restauración ecológica, un mayor número de individuos de especies arbóreas y arbustivas para ofrecer, en su conjunto la prestación de servicios ecosistémicos.

Los principales servicios ecosistémicos asociados a la red de conectividad ecológica, según lo establecido en el plan de ordenamiento territorial son: preservación de la biodiversidad y de sus procesos ecológicos, aprovisionamiento y regulación hídrica y moderación y adaptación a eventos asociados con la variabilidad climática.

Con la evaluación y valoración de las siguientes variables estructurales orientadas desde la ecología del paisaje para la evaluación de la conectividad estructural, se permite encontrar el potencial para la conectividad ecológica funcional de un elemento dentro de la red de conectividad ecológica definida en el Plan de Ordenamiento Territorial.

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

Se aclara que la evaluación y valoración del potencial para la funcionalidad ecológica no implica que el elemento pueda redelimitarse; dicha evaluación aporta a orientar el manejo del elemento para su restauración y adquirir el potencial para aportar a la conectividad ecológica funcional en el tiempo.

3.2. HÁBITAT.

Se considera hábitat si tiene un área mayor a los 6400 m².

3.3. TAMAÑO.

Se mide con relación al área del elemento en hectáreas o metros cuadrados. Se reconoce que a mayor tamaño mayor potencial del elemento para adquirir valor ecológico dentro de la conectividad estructural y potencial para la funcionalidad ecológica funcional. Tiene un valor de 0.1 puntos

La valoración se hace con relación al número de hábitats como unidades mínimas de hábitat básicas. (UMHB). Los valores se asignan según el número de hábitats.

Menor o igual a un hábitat:

1,1 a 2 hábitats:

2,1 a 4 hábitats:

4,1 a 8 hábitats:

>8,1 hábitats:

3.3. ÁREA INTERIOR O ÁREA NÚCLEO.

100 metros medidos desde la línea del perímetro hacia adentro del elemento. (Ver numeral 2.2.3.)

3.4. FORMA.

La forma del espacio verde presenta un indicador de paisaje fundamental en la evaluación de la calidad ecológica de los espacios verdes urbanos. (Jim y Chen, 2003; Ferrarini, Rossi y Rossi, 2005; citados por Tian, Y., y otros, 2014, citados por Ramírez, C., 2017).

Para Vila, J., Varga, D., Llausàs, A. y Ribas, A. (2006), citados por Ramírez, C., 2017, la forma de los fragmentos es relevante, pues está condicionada por la actividad humana y las circunstancias naturales; el dominio de las condiciones naturales favorece las formas curvilíneas e irregulares, y en contraposición, el dominio de la actividad humana supone mayor presencia de formas regulares o rectilíneas. De manera general, una actividad humana moderada favorece la diversificación de las formas; mientras que una actividad humana intensa supone una simplificación de la variabilidad. Los mismos autores, orientados por Forman, 1995), consideran que las

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

formas compactas facilitan la conservación de los valores naturales, las formas irregulares facilitan los intercambios con su entorno y las formas laberínticas proporcionan una fácil conducción o transporte.

Los fragmentos alargados y delgados tienen proporcionalmente mayor longitud de borde (perímetro) que aquellos que tienen formas cuadradas o redondeadas. En estas últimas formas es más probable que el interior del fragmento mantenga sus condiciones internas y los efectos de la matriz queden restringidos al borde del mismo. Una forma complicada que tiende a ser menos afectada por el entorno, más estable en el interior y con alta riqueza de especies, se traduce en una calidad ecológica más alta. (González y otros, 2010, citados por Ramírez, C., 2017)

Los paisajes con influencia humana muestran una forma más simple que la de los paisajes naturales, por lo tanto, los espacios verdes con forma complicada (irregular), inmersos en los usos del suelo con actividades humanas intensivas, podrían brindar a la gente lugares con naturaleza más cercana, proporcionar salud física y mental, así como también diversidad visual y espacios más placenteros. (Fuller y otros, 2007, citados por Tian, Y., y otros, 2014).

De manera más amplia, la literatura reporta rangos asociados a los resultados del índice de forma de Patton, en donde se presentan de manera más específica los rangos que pueden encontrarse.

Para evaluar los tipos de forma de un elemento de la red de conectividad ecológica se revisan los tipos de formas de Patton, según la siguiente tabla:

REDONDO:	< 1.25 .
OVAL-REDONDO:	$1.25 \leq 1.50$
OVAL-OBLONGO:	$1.50 \leq 1.75$
RECTANGULAR:	$1.76 \leq 2$
AMORFO O IRREGULAR:	> 2

3.5. FRAGMENTACIÓN.

Mide el grado de compactación del área con vegetación contenida en el elemento.

Para la evaluación de la fragmentación de los elementos de la red de conectividad ecológica se mide a través de la relación entre el área global del elemento y el área compacta con cobertura vegetal en el mismo.

Se mide utilizando la ecuación:

$F = \frac{\text{Área del elemento con vegetación}}{\text{área total del elemento}}$.

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

Para evaluar la fragmentación de los elementos de la red de conectividad ecológica, el resultado se agrupa en los siguientes rangos:

SIN FRAGMENTACIÓN.	$F=1.$
FRAGMENTACIÓN MODERADA.	$F= <1 \leq 0,7$
ALTAMENTE FRAGMENTADO.	$F= 0,7 \leq 0,5$
INSULARIZADO.	$F= < 0,5$

3.6. CONTINUIDAD, AISLAMIENTO Y CONEXIONES REALES O POTENCIALES.

La continuidad está relacionada con el aislamiento, soportadas en la proximidad. Están relacionadas con la distancia al vecino más cercano, la cual es definida como el trayecto lineal desde el fragmento de interés hasta el fragmento más próximo del mismo tipo.

Esta variable se evalúa con base en la distancia al vecino más próximo, los elementos de la red de conectividad ecológica deben tener un vecino más próximo a una distancia no mayor a los 200 metros. Si un elemento se encuentra a más de 200 metros de su vecino más próximo se considera que la red está interrumpida en su continuidad.

El aislamiento es generado según se encuentre **conexiones reales** o **conexiones potenciales**.

Conexiones reales: Espacios con vegetación a menos de 200 metros que hacen parte de la red de conectividad ecológica.

Conexiones potenciales: Espacios con vegetación a menos de 200 metros que no hacen parte de la red de conectividad ecológica.

3.7. ESTRUCTURA HORIZONTAL.

Es la proporción del elemento ocupada por la proyección perpendicular de la copa de los individuos vegetales vistos como un conjunto.

La estructura horizontal está representada por el porcentaje de cobertura horizontal de las copas con relación al área del elemento. A mayor porcentaje de cobertura de copas (estructura horizontal del elemento de la red de conectividad ecológica), mayor es el potencial para cumplir funciones ecológicas que conlleven a la prestación de los servicios ecosistémicos arriba mencionados.

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

Los rangos para evaluar la estructura horizontal de un elemento de la red de conectividad ecológica son:

MUY ALTO:	>75%.
ALTO:	50%-75%
MEDIO:	25%-50%
BAJO:	15%-25%
MUY BAJO:	<15%

3.8. ESTRUCTURA VERTICAL.

Es la concentración de la masa vegetal dentro de niveles de altura, reconocida por estratos. Depende del grado de desarrollo de los individuos y de la competencia por luz. El dosel es el estrato más alto con cobertura vegetal. Los individuos emergentes sobresalen de la altura de dosel.

Para evaluar la estructura vertical de un elemento de la red de conectividad ecológica se revisan los tipos de estratos existentes:

1° ESTRATO VEGETATIVO:	Cobertura de Piso.
2° ESTRATO VEGETATIVO:	Cobertura Arbustiva y Árboles Pequeños
3° ESTRATO VEGETATIVO:	Árboles
4° ESTRATO VEGETATIVO:	Dosel
5° ESTRATO VEGETATIVO:	Emergentes.

3.9. ESTADIOS SUCESIONALES

La sucesión ecológica de un bosque es un proceso lento y ordenado de autoorganización, con niveles de complejidad reconocidos como inicial, secundarios y finales. Cada nivel de complejidad está conformado por un conjunto de especies que se adaptan a las condiciones naturales de cada nivel en la medida de evolución de su desarrollo. Cada nivel sucesional está representado por un conjunto de especies que lo identifican.

- ✓ **Estadios iniciales (constitución):** dominados por especies pioneras y oportunistas (con poco requerimiento de energía (nutrientes) y una estrategia reproductiva basada en la producción de muchas semillas poco viables).

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

- ✓ **Estadios secundarios (maduración):** fase de desplazamiento de la vegetación pionera hacia niveles de complejidad superior.
- ✓ **Estadios finales (clímax):** Desplazamiento de la vegetación de estadios secundarios caracterizada por especies especialistas (alto requerimiento de energía y estrategia reproductiva basada en la producción de pocas semillas que son muy viables).

3.10. NATURALIDAD.

Se refiere a la representatividad de las coberturas terrestres, midiendo en tal sentido cómo los usos del suelo están contribuyendo a su conservación.

Para la evaluación de la red de conectividad ecológica se reconocen dos tipos de naturalidad:

- ✓ **Seminatural:** Presenta intervención del hombre, pero conserva procesos de regeneración natural. Se encuentra una mezcla de coberturas representadas en mosaicos de pastos y espacios naturales, pastos arbolados, pastos enmalezados, o plantaciones forestales.
- ✓ **Naturalizado:** Se reconoce el dominio de la intervención humana sobre los procesos de regeneración natural. Se encuentra de manera dominante: cultivos confinados, cultivos permanentes arbustivos, cultivos permanentes herbáceos, cultivos transitorios, fincas de recreo, frutales, herbazales, pastos limpios, zonas verdes artificializadas no agrícolas, zonas verdes urbanas. Tiende a la artificialización.

La calidad ambiental es proporcional al grado de naturalidad del área que se analiza; esto es, cuanto menor sea el grado de modificación de las características naturales del medio, mayor será su calidad.

El grado de naturalidad, constituye el indicador del grado de intervención en que se encuentra un área determinada. Permite identificar aquellas zonas que presentan cierto nivel de intervención antrópica o artificialización y aquellas que están sumamente intervenidas.

La **artificialización** constituye el proceso mediante el cual el medio natural es intervenido y transformado por el hombre; desde el punto de vista de la vegetación, indicará la intensidad y tipo de manejo al cual fue sometido el ecosistema.

A la naturalidad está asociada el **Mantenimiento**, esta está relacionada con los procesos controlados del manejo de la vegetación tales como rocería, abonado, desyerbe, poda, limpieza, sistemas de riego, control de plagas y enfermedades, entre otros.

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

El mantenimiento está relacionado con la naturalidad del elemento, a mayor grado de mantenimiento, menor naturalidad del elemento.

Para la evaluación del grado de mantenimiento del elemento de la red de conectividad ecológica se reconocen tres tipos:

Grado alto de mantenimiento: se reconoce un control generalizado y dominante sobre procesos de desarrollo natural del conjunto de la vegetación.

Grado medio de mantenimiento: se encuentran áreas que evidencian mantenimiento de coberturas vegetales, pero también pueden reconocerse áreas con desarrollo natural de coberturas vegetales.

Sin mantenimiento: las coberturas vegetales se encuentran sin rasgos de mantenimiento, domina el desarrollo natural de las coberturas vegetales existentes.

3.11. VARIEDAD DE ESPECIES Y HETEROGENEIDAD DE FORMAS VEGETALES.

Representa la complejidad o uniformidad de un conjunto de especies en una cobertura vegetal elemento.

Para medir esta variable, el estudio presentado por el interesado, debe ofrecer la información necesaria. Esta información puede tomarse desde áreas que representen coberturas vegetales adecuadas para albergar biodiversidad (existente o futura), dentro de las que pueden encontrarse: pastos, o coberturas de bosque natural o plantado.

Se mide con base en la **abundancia relativa**.

$$ABUNDANCIA\ RELATIVA = P_i = (n_i / N)$$

n_i = número de individuos de la especie i .

N = número total de individuos de todas las especies

Se toma como referencia los resultados de P_i , de la especie más abundante.

Esta variable puede ofrecer insumos para inferir el estado de complejidad o simplicidad del elemento, para orientar su manejo como hábitat ecológico y habilitarlo para la prestación de servicios ecosistémicos.

Cód. DE-DIES-175	Documento específico DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

Para evaluar la variabilidad de un conjunto de individuos vegetales en un elemento de la red de conectividad ecológica, el resultado se agrupa en los siguientes rangos:

VALORES DE P_i GRADO DE VARIEDAD DE ESPECIES

> 0,75: MUY BAJA.

0,5 < 0,75: BAJA.

0,25 < 0,5: MEDIA.

< 0,25: ALTA.

3.12. ESPECIES DE VALOR PARA LA CIUDAD.

Se evalúa la presencia de especies de valor para la ciudad según las especies recomendadas en el “*Manual de Silvicultura Urbana del Municipio de Medellín*” (Secretaría del Medio Ambiente) y el Manual del Arbolado Urbano del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

3.13. PERMANENCIA DE ELEMENTOS BIOFÍSICOS

Los elementos de la red de conectividad ecológica son apoyo considerable a la permanencia de elementos biofísicos del territorio,

Elemento del sistema orográfico.

Corrientes de agua.

Humedales.

Zona de recarga de Acuífero.

Otro.

Ninguno.

3.14. MATRIZ CIRCUNDANTE

El contexto circundante puede definir el aporte del elemento a la conectividad ecológica estructurante y a la conectividad funcional así:

Rodeado de vegetación.

Rodeado de vegetación y construcciones.

Rodeado por grupos de construcciones.

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

Rodeado de elementos del sistema vial.

3.15. ENLACE CIRCUNDANTE ESTABLECIDO EN EL POT

Si el elemento en evaluación es un nodo se reconoce que se adiciona valor como parte de la conectividad estructural o al potencial para la funcionalidad ecológica si en el entorno circundante se encuentran enlaces así:

Nodo estructurante.

Nodo estructurante proyectado.

Nodo potencial.

Área de Interés recreativo y paisajístico.

Ninguno.

3.16. NODO CIRCUNDANTE ESTABLECIDO EN EL POT.

Si el elemento en evaluación es un enlace, se reconoce que se adiciona valor como parte de la conectividad estructural o al potencial para la funcionalidad ecológica si en el entorno circundante se encuentran nodos así:

Corredor SIMAP.

Enlace estructurante proyectado.

Enlace estructurante priorizado

Área de Interés recreativo y paisajístico.

4. ANÁLISIS CORRESPONDIENTES A LA INTERVENCIÓN DE LA RED DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA

4.1. AFECTACIÓN DEL ESTADO DE (LOS) ELEMENTO (S) Y DE SU ESTADO ACTUAL.

En esta fase se describe cuál es el efecto de la posible afectación en el elemento según los criterios definidos en los Documentos técnicos de soporte del Plan de Ordenamiento Territorial ya descritos (tamaño, área interior, forma, fragmentación, proximidad, estructura horizontal y vertical, estadios sucesionales, naturalidad, variedad de especies, especies de valor para la ciudad, conectividad de enlaces o nodos circundantes).

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

4.2. RECOMPOSICIÓN DEL ESTADO DEL ELEMENTO Y DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA.

Aquí se explica cuál es el aporte del proyecto de intervención sobre el (los) elemento (s) en cada uno de los criterios definidos (tamaño, área interior, forma, fragmentación, proximidad, estructura horizontal y vertical, estadios sucesionales, naturalidad, variedad de especies, especies de valor para la ciudad, conectividad de enlaces o nodos circundantes).

En caso de generarse afectaciones, se deben definir las medidas para restablecer uniones entre los elementos de la red de conectividad en el área de influencia del proyecto, teniendo como referencia la red de conectividad ecológica estructurante y complementaria definidas en el Plan de Ordenamiento Territorial.

4.3. FORTALECIMIENTO Y APOORTE A LA CONSOLIDACIÓN DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA POR PARTE DEL PROYECTO.

El estudio debe explicar cómo se fortalecerá el estado del (los) elemento (s) con la ejecución de la intervención del proyecto público de intervención, en cuanto a forma, tamaño, área interior, fragmentación, proximidad, estructura horizontal y vertical, estadios sucesionales, naturalidad, variedad de especies, especies de valor para la ciudad, conectividad de enlaces o nodos circundantes).

Documento específico		
Cód. DE-DIES-175	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1		

BIBLIOGRAFÍA

Acuerdo 48 de 2014. Por medio del cual se adopta la revisión y ajuste de largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones complementarias.

Ferrarini, A.; Rossi, P., y Rossi, O. 2005. Ascription in geological meaning of habitat shape by means of a piecewise regression approach to fractal domains. *Landscape Ecology*, 20, 799–809.

Forman, R. T. T., 1995. *Land Mosaic: The ecology of landscapes and regions*. Nueva York: Cambridge University Press.

Fuller, R.A.; Irvine, K.N.; Devine-Wright, R. y Gaston, K.J., 2007. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology Letters*, 3, 390–394.

García Márquez, R., 2012. *Corredores biológicos en la Amazonia colombiana: Estado actual, amenazas y conectividad*. Proyecto de CEPAL (Naciones Unidas), Patrimonio Natural, el fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas. Co-financiado por Gordon and Betty Moore Foundation Bogotá.

Gonzalez, M.; Ladet, S.; Deconchat, M.; Cabanettes, A.; Alard, D. y Balent, G., 2010. Relative contribution of edge and interior zones to patch size effect on species richness: An example for woody plants. *Forest Ecology and Management*, 259, 266–274.

Jim, C.Y., y Chen, S.S., 2003. Comprehensive Green space planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing city. China. *Landscape and Urban Planning*, 65, 95–116.

Kattel, G. R.; Elkadia, H. y Meikle, H., 2013. Developing a complementary framework for urban ecology. *Urban Forestry and Urban Greening* 12: 498-508.

Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín, 2014. Documentos técnicos de soporte

Ramírez, C., 2017. *Los patrones de paisaje urbano en Medellín (Colombia): su estructura con espacios para la naturaleza*. Tesis de Maestría Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Medellín.

Tian, Y.; Jim, C.Y.J. y Wang, H., 2014. Assessing the landscape and ecological quality of urban green spaces in a compact city. *Landscape and Urban Planning* 121:97-108.

Cód. DE-DIES-175	Documento específico	 Alcaldía de Medellín
Versión. 1	DE-DIES Lineamientos Técnicos para la elaboración de Estudios de Conectividad Ecológica, con base en Criterios y Parámetros Establecidos en el POT.	

Turner, M.G., 1989. Landscape ecology: The effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 20, 171–197.

Vila, S. J.; Varga, L. D.; Llausàs, P. A. y Ribas, P. A. Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (*landscape ecology*). Una interpretación desde la geografía. *Doc. Anàl. Geog.* 48: 151-166.