

**Herramientas del proceso metodológico de valoración del  
sistema arbóreo urbano componente de los activos  
ambientales del municipio de Medellín**

**José Raúl Lemus Urán**  
jose.lemus.uran@gmail.com

**Carlos Andrés Vélez Yepes**  
carlitosguey999@hotmail.com

**Nora Milena Zapata Betancur**  
milnazapatab@gmail.com

**Asesor Temático**  
**Marco Antonio Machado**  
mmachado@economicas.udea.edu.co

# **Herramientas del proceso metodológico de valoración del sistema arbóreo urbano componente de los activos ambientales del municipio de Medellín**

## **Resumen**

La valoración de activos ambientales ha sido un tema recurrente en debates de gestión gubernamental y social a nivel mundial. El arbolado característico de las zonas urbanas es un activo frecuentemente intervenido en proyectos de infraestructura, lo cual demanda de manera urgente la definición de herramientas de valoración adecuadas para estos bienes de beneficio social. En la ciudad de Medellín durante las últimas décadas se ha presenciado el desarrollo de diversos proyectos de infraestructura que han promovido el avance estructural, vial y tecnológico del municipio, afectando a su vez los árboles que se encuentran en las zonas donde se ejecutan dichos proyectos. Las entidades Área Metropolitana y CORANTIOQUIA son las encargadas de determinar el valor y gestionar la administración y control del recurso arbóreo de la ciudad, sin embargo, existe un mal enfoque de valoración dado por la metodología empleada costo-beneficio y por la carencia de integración de herramientas de medición técnicas, económicas y sociales en el proceso de valoración del activo arbóreo. En este trabajo se proponen unas herramientas de valoración que permiten establecer juicios de valor mediante el uso de escalas, en las cuales se exponen interpretaciones de los resultados de medición a los distintos beneficios generados por el sistema arbóreo de la ciudad.

**Palabras Clave:** Herramientas de valoración, sistema arbóreo urbano, proceso metodológico de valoración, perspectivas de valoración, proyectos de infraestructura local.

# **Tools of the methodological process of assessment system of urban tree component of the environmental assets of the municipality of Medellin city**

## **Abstract**

The assessment of environmental assets has been a recurring issue on debates in government and social management worldwide. The distinctive wooded area in urban areas are often an active frequently intervened in infrastructure projects, which urgently demands the definition of appropriate assessment tools for these goods of social benefit. In the municipality of Medellin. In recent decades it has been witnessed the development of various infrastructure projects where structural, road and technological development has been promoted, affecting, in the same time, the trees found in areas where these project are being developed. Entities such as Área Metropolitana and CORANTIOQUIA are responsible for determining the value and manage the administration and control of wooded resources of the city, however, there is a bad assessment approach given by the cost-benefit methodology and the lack of integration measurement, economic and social tools on the wooded asset. In this dissertation, some assessment tools that allow establishing value judgments through the usage of scales are proposed, in which results interpretations of the assessment are exposed to the different benefits generated by the wooded system in the city.

**Keywords:** Assessment tools, urban wooded system, methodological process of assessment, assessment perspectives, local infrastructure projects.

## Introducción

A través de los años el desarrollo de las ciudades ha venido de la mano de la construcción de obras de infraestructura urbana y la ejecución de proyectos y mega-proyectos del mismo tipo que le imprimen un toque de innovación, crecimiento y tecnología a la ciudad. Tales proyectos, siempre han requerido de una serie de sacrificios entre los cuales está incluido el deterioro del arbolado urbano por la tala, poda o traslado dependiendo de la situación en la que se inscriba; sacrificios a los que se deben ver sometidos todos los distintos tipos de sociedades y/o comunidades de un municipio, ciudad o población que en un futuro planeado serán “beneficiados” por dichos proyectos. Para el presente trabajo se abordará, principalmente, el estudio de las herramientas metodológicas de valoración que han sido utilizadas por la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia y Área Metropolitana del Valle de Aburrá, entidades encargadas de la conservación y el mantenimiento de los recursos naturales en la región, para cuantificar el sistema arbóreo urbano del municipio de Medellín.

El recurso arbóreo de la ciudad está conformado por individuos que caracterizan el paisaje de los distintos sectores del municipio, usualmente ubicados en zonas comunes, antejardines o en lugares aledaños al corredor vial, lo cual implica que ante el desarrollo de un proyecto de infraestructura local se presente necesariamente la modificación de su ubicación geográfica, estructura física o tala definitiva. Se abordarán principalmente los árboles grandes ubicados en las distintas zonas urbanas de Medellín con proyección a ser intervenidos en obras de infraestructura local.

La problemática no obedece a una inquietud sobre la cuantificación del costo ambiental por la tala, poda o traslado del árbol urbano, se considera primordialmente que hay una ausencia de herramientas metodológicas de valoración que permitan dar criterios que sirvan de base para empezar a construir un sistema de valoración que haga el valor del activo árbol urbano más inteligible; incluyendo además los elementos cualitativos que se añaden al proceso de valoración. La contabilidad ambiental en forma globalizada goza de pocas herramientas metodológicas de valoración para dichos activos e incluso las herramientas económicas de valoración monetaria para el medio ambiente son muy generales ya que cubren un conjunto de bienes ambientales sin distinción. Por otra parte, las herramientas metodológicas de la economía se basan en criterios consecuentes con la maximización del beneficio y bienestar individual del ser humano, es decir, en la forma en que el ser humano utiliza los recursos naturales para el beneficio propio.

El proceso de valorar los árboles urbanos como activos ambientales no se limita al hecho de atribuir un valor monetario a dichos recursos, tampoco obedece a la metodología de cuantificar costos o gastos por daños ambientales, ni de sustitución de sistemas arbóreos afectados. La valoración del arbolado urbano estará dada por la implementación de herramientas adecuadas de carácter económico, ambiental, social, cultural y contable, que permitan además de identificar y dar conocer los beneficios obtenidos del bien, establecer una categorización de los aprovechamientos y determinar niveles de aceptación y/o gozo por parte de los usuarios de tal información.

La legislación ambiental colombiana es una de las más avanzadas del mundo, lo cual se evidencia desde sus inicios en el presente siglo, partiendo de la Resolución del Decreto 2811 de 1974 de la Constitución Política Nacional por el cual se dictó el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente, siendo el primer código de regulación ambiental en todo el mundo para la época. Posteriormente se ven avances en la Constitución Política de 1991, la cual legitima gran parte del mencionado Código. Por último, la Ley 99 de 1993 da inicio al Sistema Nacional Ambiental –SINA–, el cual está conformado por el Ministerio del Medio Ambiente, la Unidad de Parques Nacionales y Naturales, los 5 institutos de investigación (IDEAM, Invemar, Von Humboldt, IAP y Sinchi) y las Corporaciones Autónomas Regionales, entre otros.

En el país, el cuidado y mantenimiento de los bienes ambientales está a cargo de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) desde la expedición de la Ley 99 de 1993, antes que a su vez podrán delegar funciones a entidades territoriales de municipios y áreas metropolitanas con características especiales según lo dictado por los artículos 54 y siguientes de la misma Ley. En el Valle de Aburrá las entidades encargadas de la gestión de dichos activos son la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia –CORANTIOQUIA– y el organismo territorial Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en cuya jurisdicción se han desarrollado un gran número de proyectos a los que viene ligado el crecimiento de la región en los últimos años. Una vez se inician estos proyectos, a los mencionados antes reguladores les son solicitados los permisos necesarios para realizar la poda, tala y traslado de los árboles que conforman los paisajes urbanos, con el propósito de dar paso y fin a los objetivos de las constructoras.

El gran cuestionamiento se genera cuando se evidencia que hay serias posibilidades de que las herramientas metodológicas de valoración de estos activos sean escasas o nulas en las entidades reguladoras, dado a que el valor que se da al activo árbol urbano está muy distante del que realmente se le daría con la implementación de herramientas metodológicas de valoración más precisas. Por consiguiente, se teme que sigan siendo aprobados proyectos potencialmente destructivos o que atenten contra la calidad de vida de las personas en la ciudad por partir de una información con ausencia de elementos de valoración. Finalmente, se observa que las herramientas metodológicas de valoración utilizadas por CORANTIOQUIA y el Área Metropolitana solo se utilizan con miras a determinar el costo económico del sistema arbóreo urbano cuando se aprueban proyectos u ocurren fenómenos naturales que afecten dichos activos (impactos ambientales).

La valoración del activo árbol urbano no está limitada al simple cálculo de costos ambientales una vez se ha modificado la estructura o el estado físico del árbol, sino que implica un análisis de variables que determinan su valor previo a la intervención del activo en el desarrollo de proyectos de infraestructura. Contar con la información contable, adecuada y oportuna del sistema arbóreo de la ciudad permite garantizar un mejor aprovechamiento de este tipo de bienes de características especiales, pues realizar una labor de sustitución del activo afectado es un proceso ineficiente que podría estar generando mayores perjuicios que los beneficios generados por dicho recurso natural a la sociedad.

Es por esto que se ha planteado como objeto principal del presente proyecto investigativo identificar las herramientas que debe tener el proceso metodológico de valoración para el sistema arbóreo urbano componente de los activos ambientales del municipio de Medellín, tomando como base principalmente las características del proceso metodológico implementado por la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA y de la entidad administrativa Área Metropolitana del Valle de Aburrá para la valoración de tales recursos naturales. Tal labor implicará resaltar las características del proceso de valoración del activo arbóreo urbano que actualmente se desarrolla en los entes reguladores, analizar las falencias de las herramientas de valoración y proponer el uso de herramientas adecuadas que permitan en el proceso de valoración del activo arbóreo una integración de las perspectivas ambientales, sociales y económicas por medio de la contabilidad para realizar una valoración del activo de forma óptima.

De forma globalizada la utilización de herramientas de valoración para los activos arbóreos no se evidencia fácilmente. Aunque existen diversos estudios y teorías dirigidas a la medición de los beneficios generados por estos activos ambientales pocos han sido los autores que hayan desarrollado propuestas de valoración para el recurso natural, por lo cual el mayor esfuerzo del grupo para el desarrollo del presente trabajo se centró en la creación de las herramientas de valoración que permitan definir juicios de valor con base en la interpretación de los resultados de medición otorgados por las perspectivas de valoración técnica, social y económica de dichos beneficios.

## Capítulo I

# Herramientas del proceso metodológico de valoración del sistema arbóreo urbano componente de los activos ambientales del municipio de Medellín

### **Precisiones conceptuales:**

A continuación se presentará la definición de algunos elementos importantes para facilitar la comprensión de las herramientas de valoración desarrolladas en el presente trabajo. Se iniciará esta introducción relacionando cada elemento componente del proceso, exponiendo a su vez la concepción adoptada para el desarrollo de las herramientas de valoración del sistema arbóreo de la ciudad.

En primera instancia el objeto de valoración denominado “sistema arbóreo urbano” se concibe como el conjunto de elementos componentes del ambiente social de la urbe. El sistema arbóreo urbano está conformado por el arbolado característico de cada sector de la ciudad, relacionado a través de los beneficios generados por el recurso arbóreo con las personas, bienes inmuebles y demás componentes del ecosistema urbano.

Valorar es reconocer, estimar o apreciar el valor o mérito de algo o alguien, según la definición establecida en el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española. De esta forma la valoración del sistema arbóreo será entendida como el proceso de generar juicios de valor a los beneficios, también llamados variables en el proceso por sus características cambiantes, que el recurso arbóreo brinda a la sociedad, para lo cual se busca establecer una metodología de uso de escalas de valoración que permitirán relacionar los resultados de los instrumentos de medición utilizados para determinar los aportes de cada variable al sistema arbóreo urbano.

Una herramienta es el instrumento desarrollado con el fin de realizar una tarea. En el caso específico del presente trabajo, las herramientas de valoración son entendidas como los elementos implementados para evaluar resultados de instrumentos de medición de las variables analizadas del sistema arbóreo urbano.

Los instrumentos son definidos como aquello que sirve de medio para hacer algo o conseguir un fin, según se expone en el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española. Los instrumentos de medición de las variables, como lo plantea su denominación, son las herramientas que permitirán determinar los niveles de aporte del recurso arbóreo desde la perspectiva de cada uno de sus beneficios, implementando para tal objetivo el uso de indicadores que generarán la información base para la valoración del sistema arbóreo urbano de un sector dado a través de las escalas desarrolladas.

Dichas escalas se definen técnicamente como la sucesión ordenada de valores distintos de una misma cualidad. Son implementadas como herramientas para el desarrollo del proceso de

valoración del arbolado urbano y se entiende por escalas de valoración la relación establecida entre los juicios de valor posibles en cada escenario de valoración y los resultados del proceso de medición técnica, económica o social que se realice a las variables del sistema arbóreo.

El proceso de valoración será realizado al sistema arbóreo característico de cada zona de la ciudad, permitiendo de este modo la creación de escenarios de comparación o de análisis específico y global del arbolado urbano del municipio. Los sectores de Medellín son asumidos como las zonas geográficas denominadas comúnmente como barrios y que cuentan con su propio sistema arbóreo característico; casos como Villa Hermosa, Robledo, Laureles, y otros.

## Capítulo II

### **Avances en la valoración de los activos ambientales con aplicación especial en el activo arbóreo urbano**

Los estudios realizados hasta el momento del sistema arbóreo urbano en valoración técnica, como los desarrollados por Nowak et al. (1998) en *Modeling the effects of urban vegetation on air pollution*, y Kurbán et al. (2002) en *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*; estudios de valoración económica como los de Azqueta, D. (1994), *Valoración económica de calidad ambiental*, Leal, C (2005) *Valoración económica del medio ambiente: Casos de la reserva biológica de la biosfera Tuxtla*, Barzev Radoslav (2001), *Aporte de los Bienes y Servicios Ambientales a la Economía de Nicaragua* y Corredor biológico mesoamericano (2002), *Guía de valoración de bienes servicios e impactos ambientales*; de valoración social como Fernández, A. (2013) *Árboles en las ciudades: Seis razones para querer más* y Gobierno de La Rioja (2008), *Árboles singulares de La Rioja*; se enfocan en su mayor medida a las perspectivas y métodos de valoración y definición de instrumentos de medición de beneficios ambientales, dejando de lado la especificación de herramientas metodológicas de valoración que se puedan visualizar y utilizar, por ende esta exposición de los estudios y aspectos más relevantes se hace con el objetivo de soportar de bases teóricas la propuesta de herramientas metodológicas de valoración.

El presente capítulo se presenta bajo tres enfoques de valoración para el sistema arbóreo urbano (económico, técnico, y social), cada uno tiene su propia perspectiva de valoración que obedece a su propia naturaleza; valoraciones económicas en términos monetarios, técnicas en unidades de medida técnica y sociales en términos técnico-sociales. Sin embargo, el sistema arbóreo urbano se debe valorar desde la integración de estos enfoques, pues dicho activo posee características ambientales, un significado social, y aspectos económicos como el disfrute de los beneficios ambientales por parte de la sociedad. Se presentan adicionalmente los instrumentos de medición que permiten obtener datos o valores que representan el resultado obtenido para ser valorado bajo un enfoque mencionado.

# 1. Valoración técnica

La identificación de los beneficios ambientales, también conocidos como servicios ambientales en Corredor Biológico Mesoamericano (2002), del recurso arbóreo de la ciudad enmarca el proceso de valoración del activo ambiental. Se han identificado tres tipos de beneficios ambientales que serán considerados bajo el supuesto de suficientes en el desarrollo de la presente propuesta expuestos posteriormente en el capítulo cuarto. A partir de la medición del aporte que genera cada una de estas variables a las características del sistema arbóreo de un sector, es posible definir herramientas de valoración que delimiten los resultados de las mediciones y permitan puntualizar los juicios de valor sobre el activo ambiental.

## 1.1. Instrumentos de medición ambiental para el sistema arbóreo urbano de Medellín

Como se mencionó anteriormente el arbolado urbano genera una serie de beneficios en el ámbito de bienestar a la sociedad que goza de la presencia del activo ambiental en un sector determinado, definiéndose de este modo como objetos de medición en el proceso de valoración del recurso natural. A continuación serán abordados los instrumentos de medición ambiental, seleccionados para complementar la propuesta de valoración del activo árbol urbano.

### Producción de O<sub>2</sub> y retención de CO<sub>2</sub>

El reconocimiento de los beneficios del activo árbol urbano es fundamental para la identificación del valor económico total del activo. Sin embargo, la medición de algunos de los beneficios expuestos anteriormente también depende de otros factores que influyen en su resultado, se cita un caso específico, beneficio de la calidad del aire. Si hay un alto movimiento contaminante en la ciudad debido al incremento de circulación de los vehículos automotores en el sector, es posible que la calidad del aire se vea afectada negativamente. Aun así se sabe que la producción de O<sub>2</sub> y la retención del gas contaminante CO<sub>2</sub> contribuyen a mejorar la calidad del aire.

Según el método del Biólogo J. Sachs, se puede saber cuánto dióxido de carbono se fija por unidad de superficie de hoja midiendo el peso seco de la hoja antes y después del trabajo fotosintético. De esta manera se puede saber la cantidad de carbono que fija un árbol entero y por simple estequiometría, utilizando la ecuación química de la fotosíntesis ( $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$ ) se puede saber cuánto oxígeno libera. A esta cantidad de oxígeno se le resta el que utiliza el árbol para respirar, y se obtiene la cantidad de oxígeno total que libera el árbol (Fernández Muerza, 2013). Según Fernández se puede afirmar que estos dos aportes de los árboles son los causantes de que la calidad del aire mejore, por ende calcular los niveles de O<sub>2</sub> producidos y CO<sub>2</sub> retenidos es una herramienta de medición ambiental que permite visualizar que esas cantidades están mejorando la calidad del aire.

### Disminución del ruido

Es posible apreciar beneficios obtenidos por la presencia de árboles en las zonas urbanas de la ciudad, por ejemplo, uno de los problemas que atañe directamente a los habitantes de sectores alejados a proyectos de infraestructura o simplemente a corredores viales (carreteras, pistas o rieles) es la intensidad del ruido producido en el lugar. De acuerdo con Nowak et al. (1998), Ochoa de la Torre (1999) y Kurbán et al. (2002), la vegetación genera efectos como la contribución a la sensación de bienestar en el espacio público, el control del ruido urbano, la retención de contaminantes atmosféricos, la prevención de la erosión y la oferta de hábitats para la fauna.

El arbolado urbano contribuye a la disminución del ruido provocado en los distintos entornos de la ciudad, sin embargo, dicha disminución estará dada dependiendo de las características que poseen los árboles que conforman cada uno de estos sectores en su conjunto. Identificar la cantidad de ruido disminuido por un conjunto de árboles en una zona es posible a través del uso de instrumentos especializados que permiten obtener la cantidad de ruido generado por una fuente sonora, comparando los resultados de las pruebas con y sin la presencia de los recursos ambientales. Es meritorio resaltar que el beneficio no será apreciable por cada individuo (árbol) sino por el grupo de árboles en la zona y las características de los mismos (ubicación o cercanía, frondosidad, diámetro, etc.).

### **Tipificación de raíces**

Los árboles, independientemente de su ubicación, generan el beneficio de mitigación de la erosión del suelo, el cual a pesar de no ser de fácil medición, es posible determinar la calidad del mismo precisando las características de sus raíces a través de la identificación específica de los recursos arbóreos pertenecientes a una zona o un sector dado. Las raíces de los árboles pueden ser clasificadas entre otras como raíces superficiales o poco profundas, o profundas (Ing. Forestal J. Lemus, comunicación personal, enero 2014). Agrega también, las raíces proporcionan cohesión del suelo, por ejemplo las raíces superficiales brindan al árbol mayor agarre y control de la erosión, ya que evitan que la caída o paso del agua arrastre la tierra que se encuentra en la superficie. Del mismo modo los árboles con raíces más profundas ayudan a aumentar la infiltración de los suelos, mitigando la escorrentía y por ende disminuyendo la erodabilidad o susceptibilidad de los suelos a ser erosionados.

Como se observa, cada uno de los instrumentos anteriormente descritos genera información que debe ser revelada a través de la contabilidad para brindar los datos precisos, ya sea desde la función de identificación específica de individuos (unidades y características) o por la determinación de la influencia del sistema arbóreo en los beneficios generados (participación), permitiendo así el desarrollo de herramientas de valoración para el sistema arbóreo de cada sector.

## **2. Valoración económica**

La economía ambiental se define como la rama del análisis económico que se enfoca a destinar su instrumentación en la problemática ambiental, que se ocupa entre otros aspectos de la identificación y valoración de las distintas funciones de los recursos ambientales y naturales de modo que su valor económico total pueda ser tomado en cuenta a la hora de decidir sobre qué destino tomará. (Azqueta, 1994).

En general, asignar valor a los activos ambientales no ha sido tarea fácil, debido a diversos factores como lo son la falta de mercado para estos bienes y la inexistencia de los llamados derechos de propiedad sobre los mismos, imposibilitando la concesión adecuada de un precio para el activo ambiental, permitiéndose de este modo su uso y manejo óptimo (Mendieta, 2001 citado en Vinasco y Ríos, 2002). Por otra parte y en desacuerdo con el enunciado anterior, se encuentra el conocido “Teorema de Coase”, el cual afirma que desde la perspectiva de la eficiencia económica, la adscripción de derechos de propiedad con respecto a un recurso común en una determinada dirección es irrelevante, pues la asignación final de recursos será un óptimo de Pareto, en cualquier caso la misma. La asignación inicial de derechos de propiedad es irrelevante, desde el punto de vista de la eficiencia, siempre y cuando puedan ser intercambiados libremente, los costes de transacción



sean nulos y puedan ser intercambiados en un mercado perfectamente competitivo (Cooter, 1991 citado en Azqueta, 1994).

Como se conoce, la economía basa sus teorías en supuestos, y aunque éstas han aportado al desarrollo social y económico, no dejan de ser parcialismos de la realidad, lo que crea agujeros en su aplicación y credibilidad. Los supuestos utilizados en el Teorema de Coase no son la excepción, pues ni los activos financieros son intercambiados libremente, ni existen costos de transacción y tampoco se transan activos en mercados perfectamente competitivos. Lo anterior aporta mayor credibilidad a la teoría planteada por Mendieta y demás autores, evidenciando así la necesidad de una legislación más rígida en lo que tiene que ver con los derechos sobre la propiedad, manejo, mantenimiento, conservación y protección del activo árbol urbano.

## **2.1. Metodologías de valoración económica de activos ambientales aplicadas al arbolado urbano**

Las metodologías de valoración se dividen en dos aproximaciones: las metodologías de valoración directa y las metodologías de valoración indirectas, según Vinasco y Ríos (2002).

### **Metodologías de valoración directa**

Se hacen sobre bienes a los cuales no se le conoce en ninguna situación una posible curva de demanda; entre éstas se encuentra el método de valoración contingente (Leal, Rojas. 2005).

#### ***Valor contingente***

Este método consiste en preguntar de una manera más o menos directa, a los usuarios por el valor que estarían dispuestos a pagar por recibir un beneficio ambiental o el valor que estarían dispuestos a recibir como compensación por un daño ambiental. Para su aplicación este método utiliza encuestas, entrevistas y escenarios hipotéticos. A manera de ejemplo se tiene como instrumento en este método la entrevista, que pretende consignar la información de los encuestados con base a unos datos previos revelados acerca de los beneficios ambientales.

Según Arango (1999) y otros autores, citados por Vinasco y Ríos (2002), esta metodología presenta como beneficios la menor dependencia a información secundaria, pues se le está preguntando a los directamente afectados o beneficiados de la existencia, cambios o mejoras de los activos ambientales, sin embargo no deja de ser poco fiable, pues las preguntas se hacen sobre estimaciones de valor de activos poco tangibles (Romero 1999). Cabe anotar que se pueden presentar sesgos teniendo en cuenta desde qué enfoque se le esté preguntando al afectado, pues el encuestado se verá tentado a dar un mayor valor en su respuesta si se le pregunta por el valor que estaría dispuesto a aceptar, y a disminuir la oferta si se le estuviera preguntando por el valor dispuesto a pagar.

### **Metodologías de valoración indirectas**

Se aplican a activos ambientales que tienen relación con el comportamiento de los individuos en mercados convencionales relacionados con bienes mercadeables; el método de las variables hedónicas y el método de coste de viaje.

### ***Valor hedónico***

"Consiste en determinar en qué manera el placer de o dolor de consumir el activo ambiental afecta el precio de una serie de bienes para los que existe un mercado perfectamente definido" (Romero, 1999, p. 58-59).

A manera de ejemplo se diría que el precio de una vivienda aledaña a un sistema arbóreo, que produce una variable hedónica llamada calidad del aire, se afecta por éste. En este método se busca calcular qué porción del precio de la vivienda se ve afectado por la variable hedónica, teniendo en cuenta que la valoración de la vivienda tiene diversas variables que aportan al valor de la vivienda como tal, como lo son los metros cuadrados que la componen, la ubicación, número de habitaciones y obviamente la variable hedónica. El éxito del método radica en la estrecha relación explicativa que debe tener la variable ambiental con respecto al precio de la vivienda (bien con mercado), de no ser así las posibles mejoras que se hagan sobre la variable ambiental serían valoradas precariamente.

La metodología del Valor Hedónico es apropiada para la valoración del sistema arbóreo urbano, pues es innegable que el goce de los beneficios proporcionados por dicho activo influyen en el valor final de una vivienda, aunque sea una limitante la dificultad de definir qué parte del valor de la vivienda corresponde al valor del sistema arbóreo, ésta se contrarresta con el uso del instrumento de medición econométrico.

### ***Costo de viaje***

Según Romero:

“La idea básica del método del coste del viaje consiste en utilizar la información relacionada con la cantidad de tiempo (costo de oportunidad) y de dinero (coste real) que una persona o familia emplea en visitar un espacio natural como un parque o un lago” (p. 62-63).

Esta metodología no se considera idónea para valorar un sistema arbóreo urbano, pues el objeto de este tipo de valoración es obtener el valor del recurso en base a las erogaciones en las que se incurra para disfrutar del bien. Así pues, considerando que no se incurre en costos de viaje para disfrutar de los beneficios del sistema arbóreo urbano que existe en cada sector, no se tendrían los insumos para el cálculo del mismo. Adicional a esto, según Rojas (2005), determinar la demanda por los usos recreacionales del medio ambiente a través del método del costo de viaje, puede resultar poco variable, es decir la cantidad de demanda de recreación de persona a persona podría no variar, lo cual imposibilita la estimación econométrica a través de los mínimos cuadrados ordinarios, pues violaría el principio básico de la homoscedasticidad de los errores.

### ***Oferta y demanda***

Los activos ambientales como los árboles hacen parte de un mercado reducido de bienes no sustitutos y por defecto presentes en el entorno, por lo cual se plantea inadecuada la utilización de esta metodología económica para la valoración del arbolado urbano, ya que según lo expuesto en Principios de Economía (A. Marshall, 1890), el modelo sólo describe un mercado perfectamente competitivo con un único producto, con conocimiento perfecto sobre el mismo y variables de oferta y demanda totalmente independientes. El árbol urbano es un bien común que beneficia a la sociedad sin competencia alguna por su aprovechamiento.

Observar el árbol urbano como un elemento económico de explotación de recursos carece de sentido ya que comúnmente no son vistos para el aprovechamiento de madera y los frutos que producen no son usualmente ofrecidos en el mercado, son consumidos en muchas ocasiones de forma indiferente por las personas.

## **Instrumentos de medición económicos aplicados a la valoración del sistema arbóreo urbano**

### **Instrumentos de medición para el método el Valor Contingente**

#### ***Encuestas sobre disposición máxima a pagar (DAP)***

Aunque este método esté sujeto a resultados subjetivos, que puedan llevar a resultados elevados del valor del recurso arbóreo, es conveniente seguir los 3 aspectos nombrados por Azqueta (1994) a la hora de realizar las encuestas: 1) Los resultados obtenidos gozarán de mayor veracidad donde se debe exponer toda la información al encuestado sobre el sistema arbóreo, de modo que el entrevistado posea las herramientas para identificar la situación a tratar; 2) Luego, informar sobre las modificaciones de calidad o cantidad que se llevarán a cabo en el recurso arbóreo, además de esto dejar claro cuál será el modo de pago, es decir si será compensado por la variación en el bien o si tendrá que pagar por dicha variación; 3) por último, se deberán recoger todos los datos socioeconómicos del entrevistado, como la edad, nivel de ingresos, profesión y demás datos de relevancia, que posteriormente darán criterios para la medición econométrica.

#### ***Estimaciones econométricas***

La valoración contingente usa instrumentos econométricos para realizar valoraciones acerca de los datos socioeconómicos del entrevistado, como la edad, nivel de ingresos, profesión, entre otros; por cada variable mencionada se da una valoración en el momento de evaluar un recurso ambiental, a manera de ejemplo por medio del resultado de estudios econométricos se pudo valorar que la reserva forestal de las biosferas de los Tuxtlas fue mayormente valorada por la gente de edad avanzada (Rojas, 2005).

### **Instrumento de medición alusivo al valor de precio hedónico**

#### ***Estimaciones econométricas***

Las denominadas estimaciones econométricas son un instrumento que permite conocer el grado de interrelación entre la variable ambiental y el bien inmueble a valorar, de esta forma, se busca conocer el porcentaje de participación que tiene el beneficio ambiental en el valor monetario del inmueble. Es conocido que en la metodología original el precio hedónico de un bien raíz está determinado por variables externas a él, ya sean ambientales, estructurales y/o de localización (Cruz, Gabriel. 2005).

Para el presente trabajo, sólo es relevante la variable ambiental, determinada por la existencia de unos árboles en cada una de las zonas de estudio. Así, por medio de regresiones lineales o cuadráticas en el caso de que se tomen las variables tales como el estrato socioeconómico, renta de los individuos, número de habitaciones de la propiedad, entre otras, se pasará a determinar el precio de la variable ambiental sobre el bien inmueble.

### **3. Valoración social**

En esta perspectiva de valoración se ha dado un gran aporte en el Estado de La Rioja, España, donde en su página web oficial se puede observar que se le ha dado un tratamiento especial a los árboles más representativos de la región en términos de valoración (Extraído de <http://www.larioja.org/npRioja/default/defaultpage.jsp?idtab=524420>, 12 de febrero, 2014):

“Entre los millones de árboles que alberga el territorio riojano, hay algunos que destacan sobre los demás. Unos son únicos por su tamaño o su forma, otros por su edad, o por ser protagonistas de mitos y tradiciones. El Inventario de Árboles y Arboledas Singulares de La Rioja incluye los 59 ejemplares o conjuntos arbóreos más especiales de la región. Un valioso patrimonio que debemos conservar y que merece la pena conocer”.

La Rioja cuenta con una clasificación exhaustiva de los especímenes singulares, por su forma o tamaño o por su tradición. Este estado independiente ubicado en el norte de la Península Ibérica también ha realizado una clasificación que ha denominado árboles singulares por especies y municipios, y eso no es todo, también ha hecho una clasificación según sus características físicas, lo que hace que la valoración cultural y social que se le da a los ejemplares singulares esté documentada en estudios especializados.

Estos árboles tienen un inmenso valor cultural y social dado así que mediante la Ley 2 de 1995, protección de los recursos forestales de La Rioja y el Decreto 114 de 2003, se desarrolló el concepto de Árbol Singular que blindo a estos ejemplares sobre cualquier acto que los afecte.

### **Instrumentos de medición**

#### **Estudios técnicos**

Los estudios técnicos de características medioambientales, históricas y sociales permiten obtener resultados en donde se logra una diferenciación de un sistema arbóreo por particularidades en sus atributos, más específicamente refiriéndose al valor cultural, legado y el paisajismo, que son las variables a medir en estos estudios. Pues es una percepción de valor complementario a la percepción ambiental ya que hay una representación simbólica y de legado según Lorenzo Cáceres (extraído de [www.arbolesornamentales.es/arbolessingulares.htm](http://www.arbolesornamentales.es/arbolessingulares.htm), febrero 5, 2014).

#### **Encuestas**

Es una herramienta complementaria que aparte del estudio histórico, puede reflejar la valoración que actualmente se le da en la sociedad a aquellos árboles especiales, que sobresalen entre los demás y constituyen un patrimonio cultural. Las encuestas con base a la valoración social deben estar diseñadas en escalas de 0 a 10 puntos acerca del valor cultural de los árboles tratados específicamente, brindando información al encuestado sobre el aspecto histórico y cultural del árbol urbano tratado.

### **4. La contabilidad ambiental como instrumento de conexión entre las perspectivas de valoración**

La importancia del papel de la contabilidad con la revelación de información ambiental en unidades físicas e información económica en unidades monetarias y finalmente valoraciones sociales en notas a los estados contables obedece al planteamiento de (Mattesich, 2002 citado en Ortega2010), señala que

la contabilidad tiene aspectos macro contables que sugieren no limitar la contabilidad a aspectos monetarios. A lo anteriormente expuesto, se suma la complejidad que tiene valorar monetariamente los bienes ambientales por tratarse de un bien público que no tiene competencia en el aprovechamiento de sus beneficios, dado así la utilidad marginal de un bien ambiental es cero (Leal Rojas, 2005).

Sin embargo, sin contradecir dicho planteamiento, se propone que toda esta información revelada por la contabilidad en términos ambientales sea usada por la economía para dotar sus instrumentos de medición con bases que permitan encontrar una apreciación de valor monetario más ajustado al reconocimiento de los beneficios ambientales y así, se pueda dar una perspectiva económica de valoración monetaria como fundamento complementario en la construcción del proceso de valoración del activo arbóreo, sin dejar de reconocer la insuficiencia que trae si se abarca de forma independiente la valoración monetaria de un activo ambiental.

## **Instrumentos de identificación y clasificación**

### **Cuentas satélites ambientales**

La rama contable cuenta con uno de los principales avances con las Cuentas Satélites del Medio Ambiente, éstas son el resultado del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (SCAEI) que ha venido desarrollando la ONU a partir de 1993. Desde entonces varios países de América Latina han adaptado el SCAEI, entre ellos México, Nicaragua y Colombia. Éste cuenta con tanta flexibilidad, que le permite a cada país modificar el sistema, ampliarlo o contraerlo de acuerdo a las diferentes condiciones y prioridades del Estado.

Las Cuentas Satélites Ambientales en Colombia se han adaptado del modelo presentado por la ONU en 3 componentes:

1. La contabilidad de los recursos naturales;
2. Las cuentas ambientales en términos monetarios;
3. Las cuentas de sostenibilidad del medio ambiente (bienestar o costos soportados) (Orrego, Oscar 2010).

### **Propuesta de cuentas satélites enfocado al sistema arbóreo urbano**

Las cuentas satélites que se han propuesto para reflejar la información relativa al proceso de valoración del sistema arbóreo urbano están basadas en la estructura actual que se tiene en Colombia de la cuenta satélite del medio ambiente concebida en el Sistema Nacional de Contabilidad en la cuenta 93, en donde se hace una pequeña adecuación omitiendo las cuentas monetarias de gastos de protección ambiental y en vez de éstas se añaden cuentas monetarias que obedecen a la intención por medio de herramientas de valoración económica que permiten establecer un valor monetario para el sistema arbóreo. Esta valoración económica apenas será una perspectiva complementaria ya que por sí sola se presenta insuficiente ante criterios de valoración técnica y social (Orrego, Oscar 2010).

### **Cuentas satélites de stock de inventarios**

Estas cuentas de stock deberán contener toda la información relativa a la existencia numérica por especie en los sectores de Medellín, para luego generar un balance de stock tanto de recursos naturales en unidades físicas por especie como por la totalidad de árboles por sector de Medellín.

## Cuentas satélites de flujo o resultado

Para elaborar las cuentas satélites de flujo, se modificó la perspectiva que se tiene en SCAEI sobre informar en unidades físicas los productos que entran y salen al medio ambiente por las intervenciones económicas, ya que en esta propuesta se plantea la valoración del activo arbóreo urbano. Estas cuentas de flujo datan en términos cuantitativos sobre la intervención del sistema arbóreo en el medio ambiente en términos de producción de O<sub>2</sub> y retención de CO<sub>2</sub>.

## Cuentas satélites en términos monetarios

Se propone que reflejen el resultado del valor monetario del sistema arbóreo urbano por cada sector de Medellín obtenido del método de valor contingente y el método de precios hedónicos. En conclusión se espera obtener una clasificación monetaria atribuida al stock del recurso arbóreo.

## Instrumentos de medición

### Estado de resultado de flujos de gases

Este instrumento de medición contable se obtiene a través de la identificación y recolección de datos dados por estudios técnicos, esto demuestra que este instrumento de medición contable participa en el proceso de valoración técnica dotando de información ambiental necesaria a éste para la construcción de indicadores de calidad ambiental que a su vez son instrumentos de medición necesarios para valorar técnicamente el activo arbóreo. En adición, estos indicadores de calidad ambiental que se elaboran a partir de este instrumento de medición contable son instrumentos útiles para medir una variable hedónica en la perspectiva económica.

Para presentar esta herramienta contable en el proceso de valoración se hace un supuesto sobre las cifras en cuanto a retención de CO<sub>2</sub> y producción de O<sub>2</sub>. Aunque se propone que la información sea revelada por sector, por términos de simplicidad se toma un supuesto sobre la totalidad de las variables medioambientales mencionadas.

ESTADO DE RESULTADOS AMBIENTAL ALUSIVO AL SISTEMA ARBOREO URBANO DE MEDELLIN (CIFRAS EXPRESADAS EN KILOGRAMOS).			
Entradas al Ecosistema	20.000.000	Sálidas del ecosistema	20.000.000
CO <sub>2</sub> producido o Inducido	12.000.000	Oxígeno consumido	8.000.000
Oxígeno Producido circulante	8.000.000	CO <sub>2</sub> retenido o consumido	12.000.000
Oxígeno Producido por el sistema arboreo	6.800.000	CO <sub>2</sub> retenido por el sistema arboreo	4.500.000
Oxígeno producido o circulante otra esfera	1.200.000	CO <sub>2</sub> consumido	7.500.000
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>20.000.000</b>	<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>20.000.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

El formato propuesto muestra una similitud con el Estado P y G, pero en este estado no se puede mostrar una pérdida o ganancia según el principio de la Ley Termodinámica, la cual plantea que la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma (Ortega, 2010).

El gráfico tiene una división en tres partes, la parte izquierda muestra el total de entradas al ecosistema, se toma el concepto de CO<sub>2</sub> y la liberación de O<sub>2</sub> en el sistema arbóreo como una entrada

al medio ambiente; en el lado derecho se tienen las salidas del ecosistema ya que en el aire circulan toneladas de CO2 y una parte de ellas están siendo retenidas por el sistema arbóreo, por eso se debe determinar qué parte está siendo consumida en el medioambiente y qué parte se está reteniendo por los árboles, adicionalmente se muestra que el oxígeno que se consume es igual al producido, se parte del supuesto que todo lo que se produce se está consumiendo instantáneamente por los seres vivos pertenecientes al ecosistema, o por la transformación de la materia. Esto con miras a satisfacer la simplicidad y la fácil aplicación en el proceso metodológico de valoración del sistema arbóreo urbano.

### **Balance de stock del activo árbol urbano**

El balance de stock permite saber el número de especies por sector, lo que es útil para la creación de indicadores de medición que permitan relacionar la variable ambiental medida con el número de árboles existentes por sector. Por otra parte, el balance de stock representado en el valor monetario del sistema arbóreo por sector, permite construir herramientas de valoración que se enfoquen a comparar el valor monetario en períodos de tiempo diferentes.

### **Notas a los estados contables**

Éstasson uno de los instrumentos tanto de medición como de información más importante en todo el proceso de valoración, ya que contiene todas las especificaciones que permiten comprender con exactitud lo que se ha desarrollado en el proceso de valoración del sistema arbóreo urbano. También contendrá los resultados de los estudios históricos y culturales, los cuales son imposibles de revelar cuantitativamente en cuentas de contabilidad y son determinantes a la hora de valorar ciertas especies arbóreas especiales en la ciudad de Medellín. Finalmente, tendrá esas notas relativas a la valoración económica que permiten conocer bajo qué circunstancias se obtuvo el proceso de valoración económico y qué reglamentaciones se manejaron.

## **5. Indicadores técnicos, sociales y económicos**

Los indicadores constituyen el instrumento de medición resultante o final construido por las cifras o valores arrojados por otros instrumentos de medición previos, que fueron expuestos en el presente capítulo por cada enfoque de valoración. Los indicadores serán construidos y expuestos en el capítulo 4, en el apartado de herramientas metodológicas de valoración propuestas para el sistema arbóreo urbano de Medellín. Las unidades de medición de cada indicador dependen de la perspectiva de valoración; sea técnica, social o económica.

Perspectiva de valoración / Unidad de Medida	Valores Monetarios	Valores Técnicos	Valores Técnico-Sociales
Valoración Técnica		X	
Valoración Económica	X		
Valoración Social			X

Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo III

### **1. Proceso metodológico de valoración del sistema arbóreo urbano implementado por el Área Metropolitana y CORANTIOQUIA**

#### **1.1 Objetivo del proceso metodológico para la valoración del sistema arbóreo urbano.**

El primer aspecto que se debe enmarcar en el proceso de valoración al sistema arbóreo urbano de las entidades Área Metropolitana y CORANTIOAQUIA es el resultado final que se espera obtener al emplearlo. El objetivo de la valoración para el arbolado urbano de la ciudad es medir los costos ambientales en el momento de poda, tala o traslado por proyectos de infraestructura local. De esta forma se muestra que todo el proceso metodológico de los entes y sus herramientas metodológicas están direccionados a medir el impacto ambiental por dichas intervenciones al recurso arbóreo, es decir, cuando este último es afectado y se generan costos por su modificación.

La principal razón de que las entidades tengan el direccionamiento mencionado se debe a sus funciones de administración, manutención y control, propias de las corporaciones autónomas y entes designados sobre los activos ambientales, donde éstas deben velar por la conservación y garantizar el desarrollo sostenible del medio ambiente bajo su jurisdicción, aunque la valoración del activo se dé en una sola perspectiva (cuando el activo es modificado). “El sistema arbóreo urbano es valorado únicamente cuando se compromete en proyectos de infraestructura local o tala consecutiva”, Ing. A. Valencia (Comunicación personal, marzo 2012).

#### **1.2 Caracterización del proceso metodológico para la valoración del sistema arbóreo urbano.**

Como fue mencionado por el técnico experto del Área Metropolitana, Ing. Valencia, el proceso de valoración para el activo árbol urbano sólo se aplica en el momento de la tala y es calculado sobre costos ambientales, afirmación semejante a la expuesta por el Ing. Mejía de CORANTIOQUIA, quien plantea que la Corporación limita el proceso de valoración del arbolado urbano a la medición que sobre estos recursos se pueda realizar en el momento de su modificación por razones de traslado o tala.

En el municipio de Medellín, CORANTIOQUIA ha designado las funciones de organismo de control a la entidad Área Metropolitana del Valle de Aburrá, de igual modo y como es de entender, las características propias del proceso no sufren ningún tipo de variación dependiendo de la zona en que se implementen.

#### **1.3 Herramientas metodológicas para la valoración del sistema arbóreo urbano.**

Aunque en los organismos de control no se encuentren documentadas de forma explícita las herramientas utilizadas por cada entidad para valorar el sistema arbóreo urbano, es posible identificarlas mediante la relación que hay entre lo desarrollado, según los expertos de las



entidades (Ing. Mejía CORANTIOQUIA e Ing. Valencia Área Metropolitana) y lo expuesto por autores específicos previamente citados.

Es pertinente recordar que la aplicación de estas herramientas está ligada al objetivo del proceso metodológico de valoración para que sean un medio que permita al proceso de valoración dar resultados, donde su utilidad está limitada al proceso metodológico que surge con la necesidad de medir costos ambientales, es decir, desde que un árbol es talado.

### **1.3.1 Metodologías empleadas para la valoración del activo arbóreo urbano.**

A pesar de no recibir en las entrevistas realizadas nombres de las metodologías que se emplean en las entidades, se tomó el trabajo de estudiar cuáles son las herramientas implementadas para valorar el costo ambiental, con qué métodos económicos de valoración guardan similitud y por qué lo hacen; esto con miras a articular la universalidad de la aplicación de dichos métodos en el ámbito municipal.

#### ***1.3.1.1 Metodología de valoración Delphi***

Ésta es una metodología de valor cualitativo utilizada únicamente cuando se desarrollan proyectos de infraestructura que afecten el sistema arbóreo. Consiste en realizar un contraste de los puntos de vista entre los especialistas en medio ambiente y derecho de recursos estales; algunos son terceros expertos contratados para evaluar la incidencia e impacto de un acontecimiento dado por la tala de árboles (Valencia, 2012). Aunque sigue siendo un juicio de valor no cuantificable, se puede ver claramente que dicho método económico guarda una estrecha relación con el citado Delphien Corredor Biológico Mesoamericano (2002).

Los puntos de vistas son dados en términos de impacto ambiental, dificultades para restituir las cualidades ambientales, dictámenes de carácter jurídico que son necesarios para examinar la viabilidad de cumplimiento con el filtro legal de posibilidad de intervención, que en este caso es lo primero a examinar en las Corporaciones Autónomas. Luego se piensa en la viabilidad de la reposición ambiental.

Realmente se podría calificar al Método Delphi como una macro herramienta basada en la opinión de expertos que excluye la determinación de valoración por vía de consumidores, la cual a su vez contiene inmersas los instrumentos de medición que tienen los expertos para realizar estudios y por último dar su opinión, contrastarla y conciliarla; lo que finalmente será el producto o resultado que arroje dicha metodología en términos cualitativos al proceso de valoración para el costo ambiental en la tala de árboles por proyectos de infraestructura.

#### ***1.3.1.2 Método del precio Sombra***

Es la macro-herramienta de principal uso por las entidades de regulación en el municipio, ya que en ella se contienen todas las herramientas ambientales y la única herramienta de la contabilidad que utilizan para la identificación del daño ambiental en la tala (Stock de inventarios). Dicha herramienta consiste en equiparar los daños ambientales en un sector sometido a tala con otro carente de beneficios donde puedan igualarse los que había en el primer sector (Corredor Biológico Mesoamericano, 2002).

### **1.3.2 Herramientas técnicas empleadas para la valoración del activo arbóreo urbano.**

Estas herramientas hablan de una realidad meramente ambiental del sistema arbóreo urbano y están diseñadas para alimentar las metodologías de valoración económica Precio Sombra y Delphi en términos cualitativos. Se hace énfasis en que las Corporaciones Autónomas tienen dichas herramientas para desarrollar a cabalidad el objetivo de valoración de los costos ambientales y a su vez serán la base para las opiniones de los expertos ambientales.

### ***1.3.2.1 Cálculo de niveles de oxígeno y retención de CO2***

En el Área Metropolitana se tiene un inventario de árboles con estudios acerca de los niveles de oxígeno producidos por los mismos en la ciudad de forma genérica y se tienen cálculos tentativos de los niveles de CO2 que retienen. Se ha aplicado para los cálculos mencionados el citado método de J. Sachs (Valencia, comunicación personal Marzo 2012).

Generalmente hay árboles que tienen un grado de retención de CO2 y producción de O2 más altos que otros, por lo tanto tienen un mayor valor ambiental con base a esta perspectiva. Si se relaciona en términos económicos aplicando a valor de **uso indirecto**, se generarían diversos niveles en los indicadores que conllevarían estrictamente a una distinción de valor entre los mismos árboles.

### ***1.3.2.2 Escasez de requerimientos hídricos y nutricionales***

Esta herramienta hace uso a la alusión del beneficio tentativo que será la contrapartida al daño ambiental. Se hacen estudios de suelos y se determinan las posibilidades de consecución de recursos para el desarrollo del nuevo ecosistema a crear en la nueva localidad (Valencia, 2012).

La evaluación del beneficio ambiental también es parte del proceso metodológico de valoración de las entidades, en donde se debe garantizar que exista una alta factibilidad de hacer una reposición equitativa. Si las condiciones del suelo y los recursos para garantizar la reposición son escasos o desfavorables, el costo ambiental será mayor al beneficio ambiental, de este modo la herramienta claramente reflejará la imposibilidad de realizar un proyecto de infraestructura que implique tala de árboles.

## **1.3.3 Herramientas contables empleadas para la valoración del activo arbóreo urbano.**

### ***1.3.3.1 Herramienta de identificación de especies para la reposición ambiental***

Según Valencia, se tiene un inventario de las unidades arbóreas de la ciudad, clasificadas por especies. En los proyectos que impliquen tala de árboles, se debe contabilizar el número de árboles sacrificados y la especie perteneciente; así se maneja un stock de inventarios con el ánimo de tener control sobre las unidades existentes.

### ***1.3.3.2 Herramienta de costos asociados y valor monetario a pagar por la ejecución de proyectos de infraestructura que implique tala de árboles***

Para la tala de árboles en un sector geográfico afectado por la ejecución de un proyecto de infraestructura se determina el valor a pagar por costo social, una cuantía que proviene de un porcentaje de la contratación basado en proyecciones presupuestales para inversión en generación de nuevos espacios medioambientales, cubrimiento de los valores a pagar por estudios relativos para garantizar todo el proceso de reposición ambiental y el mantenimiento de las especies existentes en el municipio.

La Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA, actualmente carece de una metodología específica de valoración contable para el arbolado en el departamento (O. Mejía, comunicación personal Abril 2013). El ingeniero experto plantea que “*no hay ningún tipo de reflejo contable sobre la situación actual que enfrenta el sistema arbóreo urbano en Antioquia*”.

A pesar de ser descritas como herramientas de valoración del sistema arbóreo de la ciudad de Medellín, se observa que las anteriormente referidas son herramientas que limitan su alcance al objetivo del proceso de valoración adoptado en las entidades de control, el cual está dirigido a la medición de costos y beneficios del recurso ambiental, de modo que no deben ser reconocidas como herramientas de valoración sino como instrumentos de medición. Sin embargo, la información obtenida en este proceso de medición es la base para la determinación de la viabilidad de ejecución de

los proyectos de infraestructura que demandan la modificación del sistema arbóreo de la ciudad, lo cual demuestra el desarrollo de la acción de valorar las características (variables) de los árboles y evidencia la existencia del proceso de valoración en las entidades, aunque éste no se encuentre plenamente identificado por las mismas.

Básicamente el proceso de la valoración del arbolado urbano en las entidades Área Metropolitana y CORANTIOQUIA, se encuentra enfocado a determinar la posibilidad de garantizar la sustitución de los beneficios generados por el sistema arbóreo intervenido de un sector en otro que carezca de dichos beneficios, medidos a través de los indicadores relacionados. De este modo es posible identificar que la herramienta de valoración de las entidades reguladoras está definida por la capacidad de generar en una cuantía superior los beneficios eliminados por la modificación del sistema arbóreo, aunque dicha herramienta se encuentra de manera implícita en el proceso y no sea reconocida como una herramienta de valoración del sistema arbóreo urbano de cada entidad.

#### **1.4 Herramientas de medición económica utilizadas para la valoración monetaria del sistema árbol urbano.**

El único instrumento de medición monetaria que se conoce para el arbolado urbano de Medellín dado por mediciones econométricas propuesto por el Área Metropolitana (Helena, Hoyos 2013):

“T: 131227,0 + 76623,9 DAP + 62574,9 AIEP + 12058,2 APE

T: Valor en pesos del árbol

DAP: Diámetro a la altura del pecho

AIEP: Aptitud del individuo en el espacio público

APE: Aporte paisajístico de la especie”.

Se puede observar que el instrumento utiliza una estimación econométrica con las variables características físicas del árbol, belleza escénica y otra variable técnica relativa a la supervivencia del árbol.

## **2. Falencias del proceso de valoración del sistema arbóreo urbano de Medellín implementado por CORANTIOQUIA y el Área Metropolitana**

Los criterios de evaluación que se tendrán en cuenta para señalar las principales falencias en el proceso de valoración del sistema arbóreo urbano del municipio de Medellín por parte de la corporación autónoma CORANTIOQUIA y del ente autorizado Área Metropolitana para los proyectos de infraestructura o afines que impliquen tala consecutiva de este activo ambiental son las siguientes:

- Herramientas metodológicas de valoración de simple aplicación.
- Aplicación de herramientas de identificación, medición y valoración en función de reconocer los criterios de valoración en el activo árbol urbano.
- Definición de variables de valoración adecuadas para el sistema arbóreo urbano de la ciudad de Medellín.

De acuerdo a los criterios expuestos anteriormente, es posible resaltar algunas deficiencias en el proceso de valoración para el sistema arbóreo urbano, que van desde el concepto “árbol urbano” como activo ambiental hasta la omisión de técnicas económicas y contables para la valoración de los mismos. En consecuencia se observan muchas inconsistencias a lo largo de estos procesos de valoración que serán expuestas a continuación.

## **2.1 Conceptualización del árbol urbano como Activo Ambiental**

La primera inconsistencia que se ha observado proviene de la percepción del árbol urbano cuando se desarrolla un proceso de valoración. En contabilidad, la valoración de los activos no se da en primera instancia por el costo de pérdida o porque el activo desaparezca, aunque para el activo ambiental es una forma de atribuir el concepto de valor de manera razonable teniendo en cuenta las políticas de desarrollo sostenible de la sociedad. Sin embargo, el PUC (2011) señala que los activos existen para generar beneficios presentes y futuros a un ente que haga uso de ellos; por lo tanto el primer criterio para definir las herramientas metodológicas pertinentes para valorar los árboles de la ciudad será conforme a este principio, consecuente con el “valor de uso y no uso”.

## **2.2 Problemática de valoración del activo árbol urbano basado en el precio-sombra**

Existe un sesgo conceptual bastante importante en el modelo de reposición ambiental debido a que la zona afectada por la tala, poda o el traslado de árboles, se encuentra ubicada geográficamente en un sector de la ciudad que no precisamente debe ser el mismo en el cual serán repuestos los activos ambientales modificados. Por lo tanto, la construcción de valor se está dando por una interrelación de dos conceptos independientes y diferentes como son “costo ambiental” y “beneficio ambiental” donde las herramientas implementadas para hallar el costo ambiental están encaminadas a equiparar un beneficio a generar en otro lugar.

Esta situación advierte que las unidades de medida del costo ambiental se dan en un lenguaje distinto al del beneficio ambiental, puesto que el sector afectado es diferente al beneficiado. Es complejo medir los beneficios ambientales dejados de percibir, es decir, los costos ambientales de un sector determinado, pero es impertinente medir dichos costos ambientales con base en variables distintas y dependientes de contingencias en un nuevo ecosistema (zona beneficiada).

## **2.3 Carencia de un plan de cuentas donde se reflejen valores monetarios y no monetarios del activo arbóreo urbano**

Ni el Área Metropolitana ni CORANTIOQUIA tienen un sistema contable que permita visualizar algún tipo de registro en que se puedan evidenciar mediciones monetarias, técnicas y/o sociales del activo árbol urbano. Desde 1995 en Colombia se implementó el Proyecto Piloto de Contabilidad Económico Ambiental Integrada para Colombia (Orrego, 2010), sin embargo ninguna de las entidades mencionadas cuenta con algún tipo de implementación de este proyecto u otro tipo de desarrollo contable propio para reflejar información económica, social y técnica del sistema arbóreo urbano.

Así las cosas, es necesario resaltar que las entidades objeto de estudio carecen de sistemas de control sobre la información obtenida en cada proyecto, que permitan identificar y forjar conceptos contables aplicables a los activos arbóreos que se encuentran bajo su administración. Según Mejía, en concordancia con Valencia, tanto en CORANTIOQUIA como en el Área Metropolitana no se tiene un sistema contable para tratar dicho activo. Si no se cuenta con un sistema de información y control sobre los árboles urbanos y tampoco se genera registro alguno de los procesos ejecutados con los activos “utilizados”, será muy complejo determinar la capacidad o la oportunidad de un sistema de valoración para dichos activos, dado que éste depende de la información que se registre y pueda ser la base para evaluar las características (variables) del sistema arbóreo de la ciudad.

## **2.4 Metodologías económicas faltantes en el proceso de valoración del sistema arbóreo urbano en Medellín**

Según Dixon citado en Corredor Biológico Mesoamericano (2002), las metodologías de valoración económica de bienes y servicios ambientales se clasifican en dos:

- **Las que miden costos ambientales**
- **Las que miden beneficios ambientales**

Se aíslan así los conceptos costo y beneficio y es propuesto en primer lugar determinar los beneficios de modo que se toma primero el activo ambiental como un activo para luego desarrollar su proceso de valoración ambiental.

Tanto en CORANTIOQUIA como en el Área Metropolitana, se tiene sólo una macro-herramienta denominada Precio Sombra y es el eje de todo el proceso metodológico de valoración cuando se ejecutan proyectos de infraestructura local. Pero dentro de esta metodología no están incluidas muchas herramientas existentes que provienen de la economía y utilizan variables medioambientales, dándoles conceptos de Bienes y Servicios, ya que proveen bienestar al ser humano de manera ambiental como son los servicios y de manera material como es el caso de los bienes.

En los casos de ambas entidades autónomas para el cálculo de costos ambientales bajo el sometimiento de tala de árboles en los proyectos de infraestructura, no se cuenta con metodologías de valoración directa que enfatizan en las disposiciones a pagar o recibir por la tala de un árbol en un proyecto de infraestructura como es el caso de metodologías como valor contingente, o dadas por el cálculo en la variación de demanda en el mercado de bienes raíces donde se estudia con la metodología precios hedónicos.

## **2.5 Limitaciones del proceso de valoración desarrollado por el Área Metropolitana y CORANTIOQUIA**

### **2.5.1 Limitaciones de los instrumentos de medición implementados por el Área Metropolitana y CORANTIOQUIA por el concepto “árbol urbano” para la valoración**

Para el Área Metropolitana tanto como para CORANTIOQUIA el proceso de valoración del árbol urbano comienza en el momento de evaluar los costos ambientales cuando hay un proyecto de infraestructura propuesto que implique la tala de árboles. El árbol urbano es un activo ambiental contabilizable (DIAN, 2003), no es un costo ambiental que va a ser repuesto, por lo tanto la valoración se debe hacer teniendo la perspectiva que el árbol es un activo. Esta percepción conceptual de valoración implementada por los entes mencionados, limita el proceso de medición a contribuir para dar una valoración basada en la perspectiva de que el valor de un árbol urbano es el costo que implica sacrificarlo y garantizar sus mismos beneficios en otro sector. Primera falencia conceptual que se puede observar en los procesos que realizan en el Área Metropolitana y CORANTIOQUIA para valorar al activo árbol urbano.

### **2.5.2 Limitación de los instrumentos de medición implementados por el Área Metropolitana y CORANTIOQUIA en la valoración del activo arbóreo con base al precio sombra**

En la evaluación de proyectos de infraestructura los instrumentos implementados por las dos entidades encargadas de la conservación y control del arbolado urbano en la ciudad, están sujetos a la medición de

los costos ambientales por la vía de equiparar los beneficios ambientales con dichos costos, asumiendo una interrelación entre costo y beneficio sin tener en cuenta las diferencias que ambos conceptos tienen. Es aquí donde surge una gran problemática por vincular el beneficio que se da en una zona distinta a la afectada con el daño y asume el costo, conceptos totalmente distintos a un proceso de valoración. Por ende si hay un mal enfoque conceptual en la medición de las variables y la determinación de valor, se obtiene entonces que los instrumentos utilizados en este proceso estén restringidos a responder con base a los lineamientos estipulados. Por lo tanto, aunque la información brindada por los indicadores plantee gran utilidad para el proceso de valoración, dadas las limitaciones del método, los objetivos perseguidos con su implementación se verán delimitados a los alcances que la metodología precio sombra determine.

### **2.5.3 Limitación de los instrumentos de medición implementados por el Área Metropolitana y CORANTIOQUIA para el control del activo árbol urbano dada la falta de uso de un sistema contable**

Como menciona García, el rol de la contabilidad ambiental es articular los fenómenos económicos (monetarios) y ambientales (no monetarios) en un proceso de valoración de los activos ambientales. Como bien se ha visto, existen indicadores de medición técnica tales como la retención de CO<sub>2</sub> y la producción de oxígeno, que hoy son implementadas por los organismos reguladores de la ciudad. Pero estas mediciones no están consignadas en ningún tipo de registro contable o sistema de información contable que permita comunicar acerca de la situación ambiental que genera la existencia de los árboles con base en esos indicadores.

La información resultante del uso de estos instrumentos de medición técnica permite conocer los niveles de beneficios ambientales del sistema arbóreo y debe hacer parte de las cuentas satélites incluidas en el Sistema de Cuentas Nacionales como valor agregado al activo ambiental (Castañeda, 2003). El hecho de no tener un sistema contable implementado limita el reconocimiento de factores que ayuden a atribuir un valor al activo árbol urbano, lo cual hace que los indicadores, como es el caso de los niveles de Oxígeno producido y CO<sub>2</sub> retenido dados por la existencia de un sistema arbóreo, queden sujetos a términos de equiparar costos ambientales para intervenir en un proceso de infraestructura.

## **2.6 Carencia de instrumentos de medición en el proceso desarrollado por el Área Metropolitana y CORANTIOQUIA para la valoración del activo arbóreo**

### **2.6.1 Instrumentos de medición económica y técnica que no están siendo tenidas en cuenta para valorar el sistema arbóreo urbano ante proyectos de infraestructura local**

Aunque las entidades de control ambiental de Antioquia cuentan con variables medioambientales consideradas componentes útiles en el proceso de valoración, se evidencia la falta de metodologías subjetivas como los precios hedónicos y valoración contingente y herramientas objetivas tales como variación de la producción, escases de especies o análisis de salud humana. Es decir, no se tienen herramientas que son propias de estas metodologías y obviamente necesarias para el proceso de valoración del activo arbóreo urbano.

Según se plantea en Corredor Biológico Mesoamericano (2002) y en concordancia Azqueta (1994), se pueden identificar herramientas de medición apropiadas para ser aplicadas en el momento de construir un proceso de valoración ambiental. Dentro de los instrumentos que se utilizan en las metodologías que no se tienen en cuenta por ambas entidades tenemos: Encuestas para hallar el DAP (disposición a pagar) o mínimo valor a recibir por un costo ambiental para la metodología de valor contingente, mitigación de ruido y calidad del aire para un valor hedónico en las propiedades que gozan de un

sistema arbóreo en sus alrededores en la ciudad de Medellín; indicador correlativo entre O<sub>2</sub>, retención de CO<sub>2</sub> para valorar la calidad del aire.

### **2.6.2 Herramientas contables que no están siendo tenidas en cuenta para evaluar el sistema arbóreo urbano en proyectos de infraestructura local**

Ni el Área Metropolitana ni CORANTIOQUIA contabilizan las variables medioambientales, tampoco utilizan cuentas para registrarlos. No se tiene un estado de resultado de flujos de materiales, ni un balance general del sistema arbóreo urbano de Medellín, y obviamente no se tendrá un libro mayor si no hay implementación de cuentas para reflejar todo lo relativo al árbol urbano. Al no existir un sistema contable fácilmente se puede deducir que muchas de las herramientas contables no son utilizadas ni tenidas en cuenta en el proceso de valoración del sistema arbóreo urbano de la ciudad de Medellín.

En síntesis el proceso de valoración del sistema arbóreo urbano de Medellín implementado por CORANTIOQUIA y el Área Metropolitana se ve limitado desde el punto de partida del mismo proceso, es decir, partiendo de la comprensión del árbol urbano como un activo de la ciudad. Otros aspectos por los cuales es posible determinar las fallas del proceso de valoración del arbolado urbano en las entidades reguladoras son el desarrollo del proceso con base en la metodología Precio-Sombra, la carencia de registro de las modificaciones realizadas al activo ambiental, la falta de integración de metodologías de valoración y de instrumentos de medición económicos, técnicos y sociales que permitan generar herramientas de valoración para el recurso arbóreo de la ciudad, incurriendo en la falta de definición de dichas herramientas en el proceso de valoración en las entidades.

## **Capítulo IV**

### **Propuesta para definir herramientas metodológicas adecuadas para la valoración del sistema arbóreo urbano de Medellín en el caso de modificación del activo por proyectos de infraestructura local**

Como se ha observado en el desarrollo del anterior capítulo, actualmente no se han implementado herramientas de valoración adecuadas para los árboles urbanos en la ciudad de Medellín. Esto debido entre otras razones a la falta de claridad o desconocimiento de conceptos y reglamentaciones básicas para ejecutar de manera adecuada dicho proceso. Las entidades de regulación ambiental como el Área Metropolitana y CORANTIOQUIA presentan la necesidad de contar con mayores fundamentos al momento de realizar una labor de valoración frente a las situaciones que impliquen la modificación del activo arbóreo urbano de la ciudad.

Es por esta razón que se ha desarrollado una propuesta para definir herramientas metodológicas de valoración del sistema arbóreo urbano de Medellín teniendo en cuenta los criterios de valoración señalados anteriormente, las deficiencias encontradas tanto en los procesos metodológicos como en las herramientas metodológicas de valoración para este activo en los proyectos de infraestructura local y la inclusión de herramientas de medición económicas, contables y sociales que permiten a su vez dotar de información necesaria para construir unas adecuadas herramientas de valoración.

## 1. Primer Criterio de valoración: Objeto de valoración

Es necesario saber qué se está valorando, ya que las entidades encargadas de administrar el recurso árbol urbano tienen un mal enfoque del concepto “Sistema arbóreo urbano”, esto conlleva a un sesgo significativo desde el inicio en el proceso de valoración, tal como se presentó en el pasado capítulo. Éste es el punto de partida para construir herramientas de valoración, ya que el sistema arbóreo es el objeto de medición que provee atributos ambientales, económicos y sociales, los cuales se traducen en las variables que se buscan valorar por medio de dichas herramientas. Se concibe entonces, el sistema arbóreo como un proveedor de beneficios presentes y futuros a un ente determinado, en la medida que se utiliza el activo, además el simple hecho de que éste activo exista genera beneficios presentes y futuros, donde el ente beneficiado es todo el sistema ambiental de la ciudad.

Es pertinente aclarar que los beneficios generados por el sistema arbóreo urbano pueden ser de carácter monetario (beneficios económicos) y no monetarios (beneficios sociales y ambientales).

## 2. Reconocimiento de los beneficios del sistema arbóreo urbano como variables a valorar.

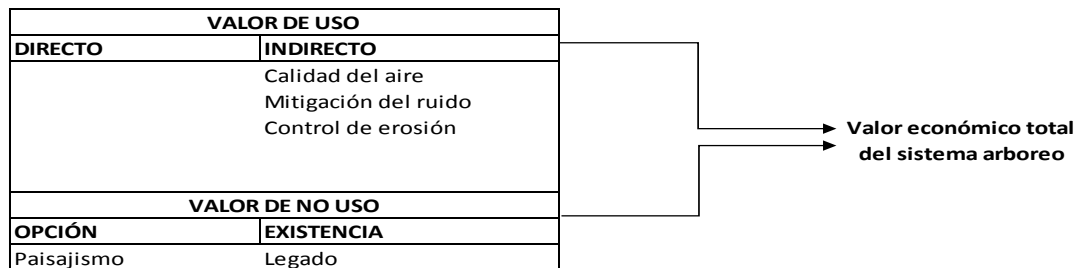
Los beneficios que produce el sistema arbóreo al medio ambiente (beneficios ambientales) y a la sociedad (beneficios económico-sociales) conforman el conjunto de variables que serán valoradas bajo los enfoques técnico, social y económico, los cuales responderán a una valoración bajo el criterio de Valor Económico Total que corresponde a la sumatoria de los valores de uso y de no uso ( $VET = \text{Valor de uso} + \text{Valor de no uso}$ ), según lo planteado por Barzev Radoslav (2001).

### 2.1 Variables ambientales del sistema arbóreo urbano

Son también conocidos como servicios ambientales en Corredor Biológico Mesoamericano (2002). Se han identificado para esta propuesta tres tipos de beneficios ambientales que serán considerados bajo el supuesto de suficientes para hacer la propuesta planteada más concreta. Las variables ambientales que se han identificado a valorar son: Calidad del aire, Control de la erosión, y Mitigación del ruido.

### 2.2 Variables económico-sociales del sistema arbóreo urbano

Se han identificado dos tipos de variables económico-sociales que serán consideradas igualmente bajo el supuesto de suficientes para el desarrollo de la propuesta planteada. Los beneficios económicos y sociales son: Paisajismo y Legado.



Fuente: Elaboración propia.

## 3. Herramientas metodológicas de valoración propuestas para el sistema arbóreo urbano de Medellín.

En la presente propuesta se busca valorar el sistema arbóreo urbano por medio de la evaluación de los cinco atributos expuestos anteriormente y para ello se han implementado tres perspectivas de valoración (técnica, social, y económica), con miras a proponer herramientas que se puedan interpretar de forma integral, ya que desde una sola perspectiva se limitaría el proceso a dar sólo un enfoque



unilateral en la valoración del sistema arbóreo urbano de Medellín. Cada perspectiva cuenta con sus propias herramientas de valoración, de modo que se han creado doce herramientas en total, seis de carácter técnico, cuatro económicas y dos sociales. Sin embargo, cada una de las variables puede ser valorada en más de un enfoque, como se observa en el siguiente gráfico.

VARIABLES/ENFOQUES	VALORACIÓN TÉCNICA	VALORACIÓN ECONÓMICA		VALORACIÓN SOCIAL
		MÉTODO HEDÓNICO	MÉTODO CONTINGENTE	
Calidad del aire	X	X	X	
Mitigación del ruido	X	X	X	
Control de erosión	X		X	
Paisajismo			X	X
Legado			X	X

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la perspectiva económica, se encuentra que cada variable se valora por el método de valor contingente, esto es debido a que la herramienta de valoración diseñada se basa en identificar todos los beneficios (variables) del sistema arbóreo. Por el contrario, al valorar por el método hedónico es más factible determinar por estudios econométricos el valor monetario de una variable específica. Finalmente, por las perspectivas técnica y social cada herramienta se centra en una sola variable a valorar.

HERRAMIENTA/ VARIABLES	Calidad del aire	Mitigación del ruido	Control de erosión	Paisajismo	Legado
HV1	X				
HV2	X				
HV3	X				
HV4	X				
HV5		X			
HV6			X		
HV7				X	
HV8					X
HV9	X	X	X	X	X
HV10	X	X	X	X	X
HV11	X				
HV12		X			

Fuente: Elaboración propia.

Cada herramienta de valoración se encuentra identificada con las siglas HV. Desde la HV1 hasta la HV6 se designaron herramienta de valoración técnica, las HV7 y HV8 están definidas como herramientas de valoración social y finalmente desde la HV9 hasta la HV12 se designan las herramientas de valoración económica, en donde en las HV9 y HV10 se implementa el método de valoración contingente y en las HV11 y HV12 se utiliza el método de precios hedónicos. Cada herramienta se adjudica a la variable relacionada. Todo este planteamiento se podrá discernir mejor cuando se expongan cada una de las herramientas de valoración.

Para definir herramientas de valoración adecuadas es preciso revelar qué instrumentos de medición proveen los datos o valores que serán indispensables para su construcción. En la siguiente matriz se observa la relación entre las herramientas de valoración y los instrumentos de medición correspondientes, expuestos en el capítulo II del presente trabajo.

En la gráfica se pueden observar instrumentos que brindan información a herramientas de diferentes perspectivas de valoración, con lo cual se puede concluir que es posible dar diferentes enfoques de valoración dotando a las distintas herramientas por instrumentos de medición comunes entre ellas.

HERRAMIENTA DE VALORACIÓN /INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	Estado de resultado flujo de gases	Balance general del stock de recursos naturales	Estudio técnico de variables medioambientales	Indicadores técnicos de calidad ambiental	Indicadores de valor monetario del sistema arboreo	Indicadores de valor social del sistema arboreo	Mediciones econométricas	Encuestas
HV1	X	X	X	X				
HV2	X	X	X	X				
HV3	X	X	X	X				
HV4	X	X	X	X				
HV5		X	X	X				
HV6		X	X	X				
HV7						X		X
HV8			X			X		X
HV9					X		x	X
HV10					X		x	X
HV11				X	X		X	
HV12				X	X		X	

Fuente: Elaboración propia.

Los instrumentos de medición expuestos en este capítulo proveen los datos o la información necesaria que será valorada por las herramientas de valoración a proponer, por esta razón es muy importante resaltar que la definición teórica de unos adecuados instrumentos de medición garantizará la fiabilidad de cifras a ser evaluadas en el proceso de valoración, donde las herramientas diseñadas juegan un papel crucial a la hora de establecer juicios de valor.

### 3.1 Herramientas de valoración técnica del sistema arbóreo urbano

Estas herramientas de valoración tienen como objetivo analizar técnicamente las variables del sistema arbóreo urbano, ya que esta perspectiva permite valorar el grado en que el sistema arbóreo de un sector de Medellín está dotado por los beneficios ambientales definidos como variables.

#### 3.1.1 Herramientas de valoración técnica para la calidad del aire

Para la valoración técnica de la variable calidad del aire se han desarrollado cuatro herramientas de valoración, dos de ellas están encaminadas a la evaluación del beneficio en el sistema arbóreo por sector, mientras que en las dos herramientas restantes se hace una diferenciación por especie dentro del mismo sector, argumentado en la importancia que acarrea conocer una valoración por especies al momento de evaluar proyectos de infraestructura, ya que surge la posibilidad de que no todo el sistema arbóreo del sector sea modificado sino solo un número determinado de especímenes.

#### *Herramienta de valoración de la calidad del aire medida por el CO2 retenido por el sistema arbóreo – HVI*

**Definición operacional:** Es una indicación de cuánto el aire está exento de polución medida por la retención de CO2 del sistema arbóreo del sector.

**Indicador:** % de CO2 retenido por los árboles / Número de árboles del sector = M

**Herramienta de valoración:**

$$\left( \frac{M_{\text{sector}}(x) - X \sum M_{\text{sectores de Medellín}}}{M_{\text{sector}}(x)} \right) * 100$$

NIVEL DE BENEFICIO	INDICADOR		
EXCELENTE	MAYOR O IGUAL	51%	52%
SOBRESALIENTE	ENTRE	24%	25%
ACEPTABLE	ENTRE	24%	-25%
INSUFICIENTE	ENTRE	-26%	-51%
DEFICIENTE	MENOR O IGUAL		-52%

Fuente: Elaboración propia.

Esta herramienta permite valorar el beneficio calidad del aire de un sector específico de Medellín comparando la variación entre el indicador M del sector y la media entre la sumatoria de este indicador en todos los sectores de la ciudad; el resultado dado en términos porcentuales de esta variación se ubica en la escala de valoración, la cual permite visualizar la variable valorada en un sector determinado.

### ***Herramienta de valoración de la calidad del aire medida por el CO2 retenido por especies arbóreas – HV2***

**Definición operacional:** Relevancia de la retención de CO2 de las especies arbóreas sometidas a evaluación con respecto al nivel total de retención del sistema arbóreo del sector.

#### **Indicadores:**

% de CO2 retenido por los árboles / Número de árboles del sector = M

% de retención de CO2 de la especie arbórea en el sector / número de árboles del sector = E

#### **Herramienta de valoración:**

$$\left( \frac{E \text{ sector } (x)}{M \text{ sector } (x)} \right) * 100$$

NIVEL DE BENEFICIO	INDICADOR		
MUY ALTO	MAYOR O IGUAL	81%	
ALTO	ENTRE	41%	80%
PROMEDIO	ENTRE	21%	40%
BAJO	ENTRE	1%	20%
MUY BAJO	MENOR O IGUAL	0.9%	

Fuente: Elaboración propia.

La herramienta permite valorar el grado del aporte a la calidad del aire que representan las especies arbóreas de un sector sometidas a evaluación comparando en términos porcentuales la retención de CO2 de los especímenes estudiados con la retención total del sistema arbóreo del sector. La calidad del aire que proveen las especies está determinada por el porcentaje que cubren en la retención de CO2 en un sector específico.

### ***Herramienta de valoración de la calidad del aire medido en el porcentaje de cubrimiento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) –HV3***

**Definición operacional:** Porcentaje de cubrimiento de la demanda bioquímica de oxígeno alcanzado por el sistema arbóreo del sector.

#### **Indicadores:**

- DBO / Número de árboles = S.
- O2 producido por el sistema arbóreo / Número de árboles = Z.

#### **Herramienta de valoración:**

$$\left( \frac{Z \text{ sector } (x)}{S \text{ sector } (x)} \right) * 100$$

NIVEL DE BENEFICIO	INDICADOR		
MUY ALTO	MAYOR O IGUAL	>135%	
ALTO	ENTRE	116%	134%
PROMEDIO	ENTRE	97%	115%
BAJO	ENTRE	96%	78%
MUY BAJO	MENOR O IGUAL	<78%	

Fuente: Elaboración propia.

Se valora la variable calidad del aire, comparando la demanda de oxígeno de un sector dado con la producción de oxígeno del sistema arbóreo del mismo sector en donde el exceso o la carencia en la cobertura de la demanda de O2 se traducirá en una valoración técnica de la calidad del aire positiva (media, alta, muy alta) o negativa (baja, muy baja).

**Herramienta de valoración de calidad del aire medido por la producción de oxígeno de especies arbóreas – HV4**

**Definición operacional:** Relevancia de la producción de O2 de la especie arbórea respecto al nivel total de producción del sistema arbóreo del sector.

**Indicador:**

- % de producción de O2 de las especies arbóreas evaluadas en el sector / número de árboles del sector = O
- O2 producido por el sistema arbóreo / Número de árboles = Z

**Herramienta de valoración:**

$$\left( \frac{O_{sector}(x)}{Z_{sector}(x)} \right) * 100$$

NIVEL DE BENEFICIO	INDICADOR		
MUY ALTO	MAYOR O IGUAL	81%	
ALTO	ENTRE	41%	80%
PROMEDIO	ENTRE	21%	40%
BAJO	ENTRE	1%	20%
MUY BAJO	MENOR O IGUAL	0.9%	

Fuente: Elaboración propia.

La lectura de esta herramienta de valoración se hace en términos similares a la HV2, teniendo en cuenta que la variable medida hace referencia al nivel de O2 producido por las especies arbóreas.

**3.1.2 Herramienta de valoración técnica para la mitigación del ruido.**

La herramienta de valoración técnica creada para analizar la variable mitigación del ruido tiene como instrumento de medición el porcentaje de decibeles mitigados en un sector de Medellín por la presencia del sistema arbóreo, en donde se resalta la necesidad de tener conocimiento sobre la identificación fenotípica del árbol.

**Herramienta de valoración de la mitigación del ruido medido en el porcentaje de decibeles disminuidos – HV5**

**Definición operacional:** Porcentaje de decibeles disminuido por el sistema arbóreo de un sector con individuos de por lo menos 14 m de altura y ubicados en una barrera de al menos 20 m de ancho.

**Indicador:** % de decibeles mitigados por la presencia arbórea / Número de árboles con las características mencionadas = N

### Herramienta de valoración:

$$\left( \frac{N_{\text{sector}(x)} - X \sum N_{\text{sectores de Medellín}}}{N_{\text{sector}(x)}} \right) * 100$$

NIVEL DE BENEFICIO	INDICADOR		
EXCELENTE	MAYOR O IGUAL	52%	
SOBRESALIENTE	ENTRE	51%	25%
ACEPTABLE	ENTRE	24%	-25%
INSUFICIENTE	ENTRE	-26%	-51%
DEFICIENTE	MENOR O IGUAL	-52%	

Fuente: Elaboración propia.

Se valora la mitigación del ruido que tiene el sistema arbóreo en un sector de Medellín comparando la variación del indicador N respecto a la media en la sumatoria del indicador N de los sectores de Medellín; el resultado dado en términos porcentuales de esta variación se ubica en la escala de valoración donde es posible visualizar la variable valorada de un sector determinado.

### 3.1.3 Herramienta de valoración técnica del control de la erosión

Esta herramienta de valoración utiliza como unidad de medida el porcentaje de cubrimiento que tienen las raíces del sistema arbóreo en el área de un sector determinado. Se parte del supuesto de que entre mayor porcentaje de cobertura en el área de un sector de Medellín tengan las raíces del sistema arbóreo, menor será la probabilidad de erosión dentro de ese sector y por ende se tendrá un mejor control del levantamiento de los suelos. Sin embargo es de suma importancia conocer la tipificación de las raíces, pues éstas tienen funciones de control de erosión atribuibles a su clasificación.

#### *Herramienta de valoración el control de la erosión por porcentaje de cobertura que tienen las raíces en un sector de Medellín – HV6*

**Definición operacional:** Porcentaje de área cubierta del suelo de un sector por las raíces de su sistema arbóreo.

**Indicador:** Área en m<sup>2</sup> cubierta por las raíces del sistema arbóreo de un sector/Área total del sector en m<sup>2</sup>= A

### Herramienta de valoración:

$$\left( \frac{A_{\text{Sector}(x)} - X \sum A_{\text{Sectores de Medellín}}}{A_{\text{Sector}(x)}} \right) * 100$$

NIVEL DE BENEFICIO	INDICADOR		
MUY ALTO	MAYOR O IGUAL	100%	
ALTO	ENTRE	34%	77%
PROMEDIO	ENTRE	33%	-33%
BAJO	ENTRE	-34%	-77%
MUY BAJO	MENOR O IGUAL	-100%	

Fuente: Elaboración propia.

Se valora la variable control de la erosión hallando una variación entre el indicador A de un sector de Medellín y el promedio entre la sumatoria del indicador A de todos los sectores de Medellín; así se procede a evaluar el resultado en la escala de valoración propuesta.

### 3.2 Herramientas de valoración social propuestas para el sistema arbóreo urbano de Medellín

Se han creado dos herramientas de valoración social. Con la primera se busca valorar la variable belleza escénica que tiene el sector debido a la presencia arbórea, la segunda herramienta es de carácter

técnico-social ya que la valoración se hace a partir del valor cultural que tiene el sistema arbóreo, sin embargo, se hace un supuesto técnico donde solo los árboles mayores a 100 años o que hayan precedido un suceso histórico relevante en la sociedad puedan ser objeto de valoración para la variable legado.

### 3.2.1 Herramienta de valoración social para el paisajismo

El uso de encuestas como instrumento de medición es el pilar en la construcción de la herramienta de valoración social, ya que se acude a medir cuantitativamente perspectivas de la belleza escénica que aporta el sistema arbóreo urbano.

#### *Herramienta de valoración social para la variable paisajismo dado por la percepción de la belleza escénica del sistema arbóreo – HV7*

**Definición operacional:** Percepción de valor otorgado por las personas de un sector en una escala entre uno (1) y diez (10) a la belleza escénica del sistema arbóreo.

**Indicador:** Sumatoria de niveles de percepción de belleza escénica del sector / Número de habitantes del sector = P

#### **Herramienta de valoración:**

$$\left( \frac{P \text{ sector } (x) - P \text{ sectores de Medellín}}{P \text{ sector } (x)} \right) * 100$$

NIVEL DE BENEFICIO	INDICADOR		
MUY ALTO	MAYOR O IGUAL	100%	
ALTO	ENTRE	34%	77%
PROMEDIO	ENTRE	33%	-33%
BAJO	ENTRE	-34%	-77%
MUY BAJO	MENOR O IGUAL	-100%	

Fuente: Elaboración propia.

Se busca valorar la percepción que tienen los individuos de un sector de Medellín con respecto al nivel de belleza que le atribuye el sistema arbóreo urbano a éste, se halla la variación entre el indicador P de un sector de Medellín y el promedio entre la sumatoria de los P de toda la ciudad, así se procede a ubicar el resultado medido en la escala de valoración.

### 3.2.1 Herramienta de valoración técnico - social para el legado

Se utilizan estudios técnicos para identificar los árboles cuya edad supere los 100 años o que hayan presenciado hechos culturalmente históricos para la sociedad y por medio del instrumento encuesta se refleja en términos cuantitativos la percepción que tienen las personas sobre la importancia cultural de los árboles que cumplen con esas características en el sector encuestado.

#### *Herramienta de valoración social para el legado dado por percepción del valor cultural del sistema – HV8*

**Definición** Calificación cultural otorgada por las personas en una escala de uno (1) a diez (10) a un sistema arbóreo con especímenes centenarios o referentes históricos de la sociedad.

**Indicador:** Sumatoria de las calificaciones generadas por los encuestados / Número de personas encuestadas = C

### Herramienta de valoración:

$$\left( \frac{C \text{ Sector } (x) - X \sum C \text{ Sectores de Medellín}}{C \text{ Sector } (x)} \right) * 100$$

NIVEL DE BENEFICIO	INDICADOR		
MUY ALTO	MAYOR O IGUAL	100%	
ALTO	ENTRE	34%	77%
PROMEDIO	ENTRE	33%	-33%
BAJO	ENTRE	-34%	-77%
MUY BAJO	MENOR O IGUAL	-100%	

Fuente: Elaboración propia.

Se valora la percepción que tienen los individuos de un sector de Medellín acerca del valor cultural que tiene el sistema arbóreo del mismo sector, se calcula la variación entre el indicador C de un sector de Medellín y el promedio de la sumatoria del indicador C de los sectores de la ciudad, así el resultado se ubica en la escala de valoración donde se permite observar la respectiva variable.

### 3.3 Herramientas de valoración económica propuestas para valorar el sistema arbóreo urbano de Medellín

Las herramientas de valoración creadas tienen como referente los métodos de valoración contingente y valoración hedónica, los cuales enfatizan en monetizar el valor del sistema arbóreo de la ciudad, reconociendo factores económicos (en el caso del método de valoración hedónica), sociales y ambientales (en el caso del método de valoración contingente) como fue explicado anteriormente.

#### 3.3.1 Herramientas de valoración económica para el sistema arbóreo urbano basada en el método de valor contingente

El individuo tendrá una disposición a pagar más razonable mientras más completa sea la información suministrada, por esto se plantea que la información provista por la valoración social y la valoración técnica sirvan de elementos a usar por la herramienta económica de medición (DAP) en su apartado de información suministrada al encuestado.

#### *Herramienta de valoración económica para las variables calidad del aire, mitigación del ruido, control de la erosión, paisajismo y legado, medidas por el valor dispuesto a pagar (DAP) de las personas de un sector de Medellín – HV9*

**Definición operacional:** Valor monetario dispuesto a pagar por las personas de un sector por el sistema arbóreo reconociendo beneficios (variables definidas), valoraciones técnicas y sociales del sector respecto al activo ambiental.

**Indicador:** Valor monetario del sistema arbóreo del sector / Número de personas del sector = L

### Herramienta de valoración:

$$\left( \frac{L \text{ sector } (x) - X \sum L \text{ sectores de Medellín}}{L \text{ sector } (x)} \right) * 100$$

NIVEL DE BENEFICIO	INDICADOR		
MUY ALTO	MAYOR O IGUAL	100%	
ALTO	ENTRE	34%	77%
PROMEDIO	ENTRE	33%	-33%
BAJO	ENTRE	-34%	-77%
MUY BAJO	MENOR O IGUAL	-100%	

Fuente: Elaboración propia.

Se realiza una valoración del sistema arbóreo hallando la variación entre el indicador L de un sector de Medellín y el promedio entre la sumatoria de los L de los diferentes sectores de la ciudad, donde el resultado se ubica en la escala anteriormente propuesta la cual permite realizar una valoración acerca de la percepción de valor que tienen los individuos sobre el sistema arbóreo.

***Herramienta de valoración económica para las variables calidad del aire, mitigación del ruido, control de la erosión, paisajismo y legado, medidas por el valor dispuesto a pagar (DAP) entre un periodo de tiempo y otro por las personas de un sector de Medellín – HV10***

**Definición operacional:** Valor monetario dispuesto a pagar por las personas de un sector por el sistema arbóreo reconociendo beneficios y valoraciones técnicas y sociales del sector respecto al activo ambiental.

**Indicador:** Valor monetario del sistema arbóreo del sector / Número de personas del sector = L

**Herramienta de valoración:**

$$\left( \frac{L \text{ sector } (x) \text{ momento } 2 - L \text{ sector } (x) \text{ momento } 1}{L \text{ sector } (x) \text{ momento } 2} \right) * 100$$

NIVEL DE BENEFICIO	INDICADOR		
MUY ALTO	MAYOR O IGUAL		100%
ALTO	ENTRE	34%	77%
PROMEDIO	ENTRE	33%	-33%
BAJO	ENTRE	-34%	-77%
MUY BAJO	MENOR O IGUAL		-100%

Fuente: Elaboración propia.

Se realiza una valoración del sistema arbóreo hallando la variación del indicador L de un sector de Medellín en dos periodos de tiempo, donde el resultado se ubica en la escala anteriormente propuesta, la cual permite realizar una valoración acerca de la percepción de valor que tienen los individuos sobre el sistema arbóreo.

**3.3.2 Herramientas de valoración económica para el sistema arbóreo urbano basada en el método de precios hedónicos.**

Con base a la metodología de precios hedónicos, se realizan estudios econométricos que permiten conocer el porcentaje de participación que tiene un beneficio ambiental sobre el valor monetario de un bien inmueble.

***Herramienta de valoración económica de la calidad del aire medido en el porcentaje de participación que tiene la variable sobre el valor monetario del bien inmueble – HV11***

**Definición operacional:** Es el valor monetario promedio encontrado por estudios econométricos sobre el porcentaje de participación que tiene la variable hedónica calidad del aire en el valor monetario de los bienes inmuebles.

**Indicadores:**

- % C02 retenido/ Número de árboles = M
- Valor monetario de los bienes inmuebles / valor monetario de M= T



### Herramienta de valoración:

$$\left( \frac{T_{\text{sector}(x)} - X \sum T_{\text{sectores de Medellín}}}{T_{\text{sector}(x)}} \right) * 100$$

NIVEL DE BENEFICIO	INDICADOR		
MUY ALTO	MAYOR O IGUAL	100%	
ALTO	ENTRE	34%	77%
PROMEDIO	ENTRE	33%	-33%
BAJO	ENTRE	-34%	-77%
MUY BAJO	MENOR O IGUAL	-100%	

Fuente: Elaboración propia.

Se valora la variable hedónica calidad del aire hallando el porcentaje de participación que tiene dicha variable en el valor monetario de los bienes inmuebles de un sector de Medellín, se calcula la variación entre el indicador T y el promedio de la sumatoria entre los indicadores T en la toda la ciudad, el valor calculado es ubicado en la escala de valoración diseñada, donde se puede observar el criterio resultante del proceso de valoración hedónico.

### *Herramienta de valoración económica de la mitigación del ruido medido en el porcentaje de participación que tiene la variable sobre el valor monetario del bien inmueble – HV12*

**Definición operacional:** Es el valor monetario promedio encontrado por estudios econométricos sobre el porcentaje de participación que tiene la variable hedónica mitigación del ruido sobre el valormonetario de los bienes inmuebles.

### Indicadores:

- % de decibeles mitigados por la presencia arbórea / Número de árboles con una altura superior a 14 m y ubicados en una barrera de al menos 20m = N
- Valor monetario de los bienes inmuebles / valor monetario de N = R

### Herramienta de valoración:

$$\left( \frac{R_{\text{sector}(x)} - X \sum R_{\text{sectores de Medellín}}}{R_{\text{sector}(x)}} \right) * 100$$

NIVEL DE BENEFICIO	INDICADOR		
MUY ALTO	MAYOR O IGUAL	100%	
ALTO	ENTRE	34%	77%
PROMEDIO	ENTRE	33%	-33%
BAJO	ENTRE	-34%	-77%
MUY BAJO	MENOR O IGUAL	-100%	

Fuente: Elaboración propia.

La lectura de esta herramienta de valoración se realiza bajo los mismos términos de la variable calidad del aire por el método de valoración contingente. Es importante resaltar la importancia de la inclusión sólo de los arboles con las características técnicas mencionadas, ya que estos son los que realmente aportan el beneficio mitigación del ruido.

## **4. Interpretaciones de valoración generadas por el uso de las herramientas metodológicas de valoración creadas para el sistema arbóreo urbano de Medellín**

Las valoraciones generadas dependerán de su naturaleza ya sea técnica, social o económica según el caso. Sin embargo las interpretaciones no se dan únicamente contextualizando individualmente cada perspectiva de valoración, por lo cual es pertinente explicar aspectos muy relevantes en casos totalmente posibles donde se dan interrelaciones entre las perspectivas de valoración.

### **Valoración Técnica Vs. Valoración Económica**

Es posible que al valorar los beneficios ambientales del sistema arbóreo de un sector específico se obtenga que son bajos o irrelevante, sin embargo, al valorar los beneficios por el método de valor contingente se encuentre una valoración económica alta del sistema arbóreo urbano. A manera de ejemplo, se plantea que el DBO en un sector no sea satisfecho, por el contrario el valor que le dan las personas a los beneficios ambientales que provee el sistema arbóreo sea alto, fenómeno explicado por la escasez del recurso, ya que los individuos valoran de gran forma el bajo beneficio ambiental que se tiene. Es de suma importancia tener este concepto claro para evaluar los proyectos de infraestructura, ya que valorando solo bajo la perspectiva técnica se daría un concepto errado sobre la posibilidad de ejecución de tales proyectos.

### **Valoración Técnica Vs. Valoración Social**

Se pueden encontrar grandes diferencias en la valoración del sistema arbóreo urbano bajo estas dos perspectivas, ya que en la perspectiva social lo que se valora es el concepto de valor que tienen las personas sobre el sistema arbóreo urbano, así las variables valoradas bajo tal perspectiva dependerán del significado cultural que tenga el sistema arbóreo para los ciudadanos de un sector en específico. Mientras que la otra perspectiva valora sólo las condiciones técnicas de los atributos que provee el sistema arbóreo.

### **Valoración Social Vs. Valoración Económica**

También es posible encontrar casos donde el sistema arbóreo de un sector de Medellín tenga una valoración social alta y una valoración económica que no guarde la misma tendencia de valoración. En este caso específico su explicación puede estar dada por el estrato socioeconómico de los individuos, ya que aunque exista una alta valoración social del sistema arbóreo los ingresos per cápita de los individuos encuestados son bajos respecto a los otros sectores de la ciudad.

### **Integración en las perspectivas de valoración**

Aunque cada herramienta de valoración cuenta con su propio enfoque, ya sea ambiental, económico y/o social, entre éstas se maneja una íntima relación de dependencia a la hora de aplicar dichas herramientas, es decir, cada herramienta de valoración necesita en algún sentido de otra para que pueda arrojar un criterio de valoración.

La perspectiva de valoración técnica dependerá del nivel de criterio de valor ambiental que tenga la sociedad, argumentado en que una valoración social alta puede afectar todo el escenario de medición técnico, ya que se pueden implementar políticas sociales de reforestación y control del medio ambiente impulsadas por la presión social o por intervención personal, cuando cada individuo opta por realizar actos que en consecuencia favorecen los indicadores ambientales que se vean reflejados en unidades de medida de calidad ambiental con una valoración alta. Siguiendo esta especificación, es muy probable encontrar que donde se encuentren valoraciones significativas por medio de las herramientas sociales

HV7 (Paisajismo) y HV8 (valor cultural) también exista una creciente valoración técnica futura reflejada por las herramientas HV1 y HV3 para calidad del aire y HV5 para mitigación del ruido.

La valoración social también integra herramientas de valoración técnica, ya que para definir o identificar ciertas especies arbóreas particularesse hace con base al beneficio presentado técnicamente por un individuo en específico, tal como se mencionó en las herramientas de valoración HV2 y HV4 (calidad del aire por especies arbóreas). Dichas particularidades llevan a la sociedad a tener diferentes criterios para valorar un sistema arbóreo, tales como: la antigüedad de los especímenes, la alta producción de O<sub>2</sub>, la documentación de hechos históricos que haya precedido el sistema arbóreo; estas características técnicas son tenidas en cuenta a la hora de valorar el sistema arbóreo urbano por la perspectiva social tal y como se muestra en la herramienta de valoración HV8.

Por su parte la valoración económica desde la metodología hedónica integra la valoración técnica, pues para valorar monetariamente el recurso arbóreo urbano es necesario contar con información de valoración técnica correspondiente al nivel de CO<sub>2</sub> retenido (calidad del aire) y % de decibeles atenuados (mitigación del ruido), herramientas de valoración HV1 y HV5, respectivamente. Así las cosas, el valor asignado a la mitigación del ruido y/o al nivel de CO<sub>2</sub> retenido, afectará ya sea positiva o negativamente la medición monetaria del sistema arbóreo urbano y por ende la valoración de éste en la herramienta de valoración HV12 (valoración contingente).

La valoración económica desde la metodología contingente integra tanto la valoración técnica como la social, para lograr la valoración económica desde dicha metodología es necesario contar con información técnica como el nivel de CO<sub>2</sub> retenido, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), mitigación del ruido, producción de oxígeno, control de la erosión, además de la información social como el paisajismo y legado. Esta información es brindada a los encuestados previa a la realización de la encuesta. De tal manera que para efectuar la valoración económica desde la nombrada metodología es necesario contar con la valoración provista por las ocho herramientas propuestas que van desde la HV1 hasta la HV8, donde el rango entre las herramientas HV1 y HV6 es de carácter técnico y para las HV7 y HV8 son de carácter social.

## **5. Conclusiones**

La aplicación de herramientas de valoración para el sistema arbóreo urbano de la ciudad de Medellín, son de vital importancia para la conservación del señalado activo. Estas herramientas juegan el papel de “proveedoras de insumos” para la adecuada toma de decisiones que definan el estado del sistema arbóreo.

La contabilidad juega un papel mediador entre los aspectos técnicos de las variables valoradas, la sociedad y la economía. Éstas son tres perspectivas distintas de valoración para el sistema arbóreo urbano que deben ser unificadas guardando sus respectivos lenguajes, pero apuntando hacia un mismo objetivo que es la valoración del activo ambiental Sistema Arbóreo Urbano

La contabilidad ambiental provee instrumentos de medición útiles para construir las herramientas de valoración técnicas como lo son el estado de resultados ambiental y el balance general ambiental, adicionalmente también lo hace con las herramientas sociales con la especificación de especies especiales en las notas contablesy, finalmente con las económicas, con un stock del sistema arbóreo en términos monetarios contruidos con las herramientas de valoración referentes al método de valoración contingente, HV9 y HV10.

La interpretación de las herramientas de valoración desde las tres perspectivas se realiza de una forma integral; las herramientas HV1 para calidad del aire y HV5 para mitigación del ruido se integran con las herramientas de valoración social tales como HV7 para paisajismo y HV8 para valoración cultural,

ya que los resultados obtenidos en las dos primeras le dan criterios a las personas para valorar el sistema arbóreo desde un enfoque social.

La valoración económica bajo el método contingente incluye todas las herramientas de valoración sociales y técnicas como información para construir el instrumento de medición encuesta, lo cual significa que las herramientas de valoración técnica y social se convierten en insumo para la construcción de instrumentos de medición económica.

Los instrumentos de medición son diferentes a las herramientas de valoración, ya que los primeros son el medio para encontrar las cifras o realizar cálculos de determinada variable y las segundas son el medio para generar un juicio de valor sobre los datos provistos por dichos instrumentos.

Si la valoración arrojada por las herramientas de valoración económica HV9 y HV10 (Valoración contingente) son altas, puede ser explicado en que la valoración obtenida por las herramientas HV7 y HV8 (sociales) también lo sean, argumentado en el supuesto de que un encuestado que valore altamente en la perspectiva social de un sistema arbóreo también lo hará en la perspectiva económica.

El principal sesgo de las herramientas de valoración económica son los estratos socioeconómicos ya que pueden limitar el valor dispuesto a pagar, por ende la valoración realizada depende mucho de la estructuración adecuada del instrumento encuesta que en su mayor medida debe mitigar este inconveniente.

Para valorar el sistema arbóreo bajo proyectos de infraestructura, se debe hacer un análisis integral, teniendo como perspectivas más importantes la valoración técnica y social desde el enfoque de escasos, justificado en la imposibilidad de aprobar proyectos de infraestructura cuando el beneficio ambiental sea bajo, pero éste sea valorado altamente por la sociedad. Es preciso aclarar que en ningún momento se está afirmando que el arbolado urbano tenga un alto valor técnico, por el contrario, se evidencia claramente que no lo tiene, sin embargo se demuestra que tendría un alto costo social ya que se valora mucho el poco beneficio, por ende aprobar un proyecto de infraestructura implicaría técnicamente empobrecer más el sistema arbóreo y castigar a la sociedad de forma significativa.

Otro aspecto fundamental a la hora de valorar los proyectos de infraestructura es la alta valoración social de legado y paisajismo del sistemas arbóreo, ya que en muchos casos existen arboles protegidos por ser un emblema cultural para un sector de Medellín determinado, lo que imposibilita la ejecución de algún proyecto propuesto.

Cuando la valoración dada por las tres perspectivas sea muy alta, el proyecto de infraestructura se podrá tornar inviable ya que una modificación del sistema generaría costos muy altos en concordancia con los enfoques económicos, sociales y técnicos.

## Bibliografía

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá, (2012, Febrero). Presentación y funciones de la entidad. Extraído en Marzo, 2012 de <http://www.aredigital.gov.co/institucional/Paginas/Presentaci%C3%B3n.aspx>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá, (2013, Noviembre). *Manejo integral del arbolado urbano en el Valle de Aburrá*. Extraído en Marzo, 2014 de <http://www.aredigital.gov.co/ZonasVerdes/Eventos/PresentacionAMVA.pdf>
- Azqueta, D. (1994). *Valoración económica de calidad ambiental*. España: McGraw-Hill Interamericana.
- Azqueta, D. y Field, B. (1996). *Economía y Medio Ambiente*. McGraw-Hill.
- Barzev Radoslav y Espinoza, C, (2000) *Identificación y evaluación económica de prácticas y alternativas económicas eco-amigables en la región central y norte de Nicaragua*. Helsinki Consulting Group (PANIF/MARENA).
- Barzev Radoslav. (2001). *Aporte de los Bienes y Servicios Ambientales a la Economía de Nicaragua*. Estudio específico de la Estrategia Nacional de Biodiversidad-PNUD.
- Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro, Nare – CORNARE. (2010, Marzo). Funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales. Extraído en Diciembre, 2011 de [http://www.cornare.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=164&Itemid=245&lang=es](http://www.cornare.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=164&Itemid=245&lang=es)
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA. (2008, Mayo) Normativa Ambiental. Extraído en diciembre, 2011 de [http://www.corantioquia.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=65&Itemid=217](http://www.corantioquia.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=65&Itemid=217)
- Corredor biológico mesoamericano (2002), *guía de valoración de bienes servicios e impactos ambientales*. Serie técnica 04. Proyecto para la consolidación del corredor biológico mesoamericano.
- Cruz, G (2005) *Economía aplicada a la valoración de impactos ambientales*. Comité editorial.
- Decreto 2811. Constitución Política Nacional. Santa Fe de Bogotá, 18 de diciembre de 1974.
- Departamento administrativo nacional de estadística DANE (2006). Ficha metodológica. Extraído en marzo, 2012 de [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/pib/ficha\\_ctas\\_ambientales.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/pib/ficha_ctas_ambientales.pdf)
- Fernández, A. (2013, enero) Árboles en las ciudades: Seis razones para querer más. Eroski Consumer, Medio ambiente. Extraído el 23 de Enero, 2014 de [http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/naturaleza/2013/01/10/215304.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/naturaleza/2013/01/10/215304.php)
- Gobierno de La Rioja (2008, marzo). Árboles singulares de La Rioja. Páginas 2-20. Extraído en febrero, 2014 de <http://www.larioja.org/npRioja/default/defaultpage.jsp?idtab=524420>

- Henao, C. (2006). *Hacia un efectivo control fiscal ambiental: conceptualización y ordenamiento del Sistema de Control Fiscal Ambiental Nacional*. Medellín: Contraloría General de Medellín.
- Kurbán, A.; Papparelli, A.; Cúnsulo, M.; Montilla, E. y Herrera C. (2002). Aporte de la forestación al control del clima urbano en zona árida. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 6, No. 1. (2002), 43-48.
- Leal, C (2005) *Valoración económica del medio ambiente: Casos de la reserva biológica de la biosfera Tuxtla*. Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título en Licenciatura en Economía, Escuela de Ciencias Sociales, Universidad de las Américas Puebla, Cholula, Puebla, México.
- Lemus, J. (2014), *Comunicación personal*. Ingeniero forestal, Cartagena de Indias D, T y C.
- Ley 99. Constitución Política Nacional. Santa Fe de Bogotá, 22 de diciembre de 1993.
- Marshall A. (1890) *Principio de economía*. Síntesis.
- Mejía, O. (2013), *Comunicación personal*. Ingeniero geólogo de la Dirección de Calidad Ambiental de CORANTIOQUIA.
- Nowak, D. J.; McHale, P. J.; Ibarra, M.; Crane, D.; Stevens, J. C. y Luley, C. J. (1998). *Modeling the effects of urban vegetation on air pollution*. Plenum Press. New York.
- Orrego, O. (2010). *Avances y perspectivas de la cuenta satélite del medio Ambiente del DANE Colombia*. Conferencia IAOS 2010 sobre Estadísticas Oficiales y el Medio Ambiente: Enfoques, Temas, Desafíos y Nexos, Santiago, Chile.
- Ortega, F. A (2010). Más Allá de los costos, activos y pasivos ambientales. Tunja: Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia
- Ospina, J (2012) *Aplicación del modelo multicriterio metodologías AHP y GP para la valoración económica de los activos ambientales*. Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título como Magister en Administración, Facultad de Administración, Universidad Nacional, Manizales, Colombia.
- Plan único de cuentas (2011). Legis.
- Valencia, A. (2012), *Comunicación personal*. Especialista técnico de Área Metropolitana del Valle de Aburrá.
- Vinasco, L. y Ríos, S. Y. (2002) La valoración económica de activos ambientales como una alternativa para la planificación y gestión de los recursos naturales: conceptos y métodos. *Revistas Ingenierías Medellín*, 01, 65-81.
- Wiesner, C. Diana (2000). *Metodología para la definición de una Estrategia de Arborización*. Foro de Arborización Urbana. Bogotá.