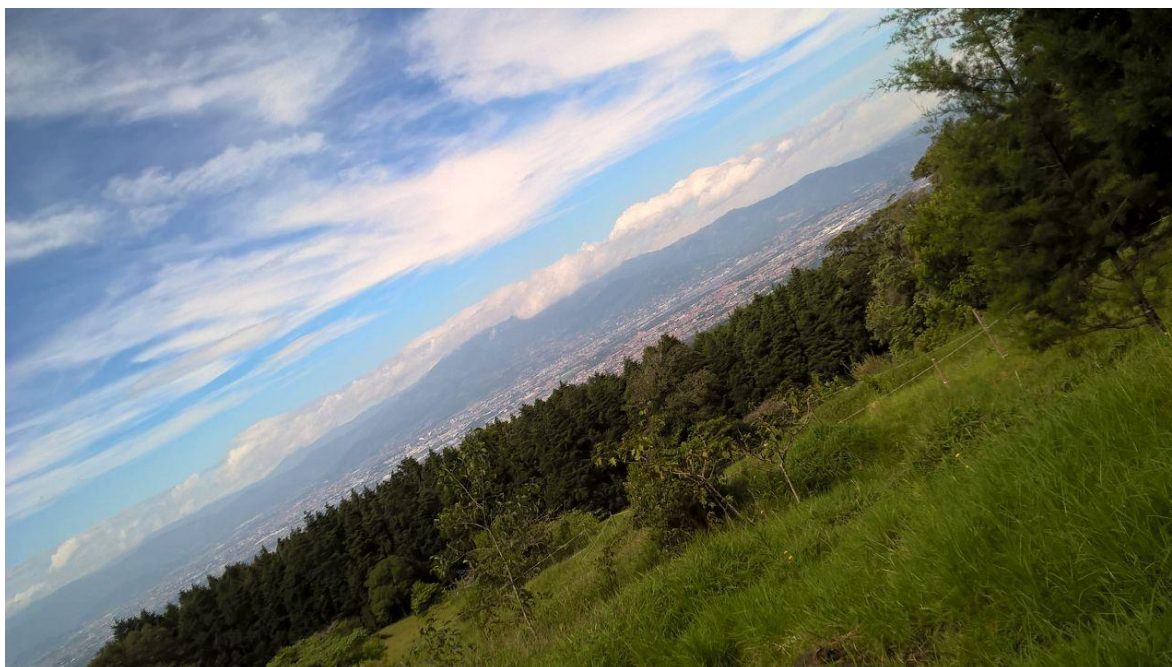


PROTOCOLO DE RECUPERACIÓN DE ÁREAS DE PROTECCIÓN Y ÁRBORIZACIÓN PARA LA PROVINCIA DE HEREDIA



Subcomisión Heredia
CGICRG Tárcoles



Subcomisión Heredia-CGICRG Tárcoles

Heredia, Costa Rica

Índice

1.	Glosario.....	2
2.	Lista de acrónimos	10
3.	Introducción	12
4.	Justificación	14
5.	Objetivos	17
5.1.	Objetivo general.....	17
5.2.	Objetivos específicos.....	17
6.	Descripción del área de estudio	18
6.1.	Aspectos geofísicos y naturales.....	18
6.1.1.	Ordenamiento Territorial y Recursos Naturales	20
6.1.2.	Áreas protegidas y zonas verdes	21
6.1.3.	Ordenamiento urbano.....	21
6.2.	Descripción física de la subregión de Heredia	22
6.2.1.	Aspectos Físicos	22
7.	Marco legal.....	24
8.	Descripción de los escenarios	33
1.	Áreas de protección de nacientes permanentes:	33
2.	Áreas de protección de cuerpos de agua de dominio público en zona urbana con terreno quebrado (pendiente mayor o igual al 40%).....	35
3.	Áreas verdes urbanas.....	35
4.	Protección de cuerpos de agua artificiales o de origen antrópico (acequias).....	36
9.	Consideraciones iniciales en los escenarios.....	37
10.	Especificaciones técnicas para la selección del tamaño de las especies arbóreas a plantar	40
1.	Altura recomendada:	40
2.	Fuste o tronco de los árboles a plantar	40
3.	El adobe de los árboles a plantar	40
4.	La copa de los árboles a plantar	40
11.	Propuesta de protocolo	42
1.	Protocolo para la plantación	42
2.	Protocolo para el mantenimiento.....	45
12.	Recomendaciones.....	47
13.	Bibliografía	47
14.	Anexos.....	48

1. Glosario

Acequia: Canal artificial a cielo abierto que sirve para conducir y distribuir agua de riego para una explotación agrícola Normalmente su capacidad es inferior a 0.50 m³ / s. Sinónimos de acequia: paja de agua, atarjea, canal, derivación, canal, ramal. Usadas antiguamente como medio de distribución de agua de consumo humano.

Acuífero: Formación porosa (capa o estrato), de roca permeable, arena gravilla, capaz de almacenar y transmitir cantidades apreciables de agua.

Agua subterránea: El agua por debajo de la superficie del terreno que satura por completo las rocas permeables por debajo del nivel de saturación y fluye bajo la acción de la pendiente o gradiente hidráulica.

Agua superficial: Agua que fluye o se almacena en la superficie del terreno. Exceptuando el agua marina, se pueden distinguir tres tipos de agua: el agua de escorrentía, la retenida en reservorios naturales o artificiales y el agua de estuarios. Estas aguas se originan a partir del agua de precipitación atmosférica, y de efloraciones de agua subterránea. En el caso de los estuarios, el origen se debe al encuentro entre las aguas fluviales y las marinas.

Alineamiento: En topografía es una línea trazada y medida entre dos puntos fijos sobre la superficie terrestre. No se debe confundir con alineación, la cual es el conjunto de operaciones de campo que sirven para orientar o guiar las mediciones de las distancias, de tal manera que los puntos intermedios utilizados siempre queden sobre el alineamiento. (Obtenido desde: http://www.academia.edu/8178581/Informe_Alineamiento_topografico visitada el 10 de agosto del 2016).

Árbol: Planta leñosa mayor o igual a cinco metros de altura, que se ramifica a cierta altura hasta formar una copa definida.

Arborización: Proceso de plantación de árboles individuales o en forma agrupada.

Arbusto: Planta perenne, con el tallo lignificado usualmente ramificado en la base con menos de 5m de altura (Kappelle, 2008).

Áreas públicas: son espacios donde cualquier persona tiene el derecho de circular, en paz y armonía. El paso no puede ser restringido por criterios de propiedad privada. Es un espacio de propiedad pública, dominio y uso público. Normalmente el suelo se encuentra libre de construcciones, destinado a usos sociales característicos de la vida urbana (esparcimiento, colectivos, transporte, entre otros). Es un espacio de interacción social cotidiana

Área de protección: áreas que bordean nacientes permanentes definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal, además franja de quince metros en zona rural y 10 metros en zona urbana medidas horizontalmente a ambos lados en la rivera de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano y de cincuenta metros horizontales si el terreno es quebrado. Se considera también, una zona de 50 metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el Estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalse privados. Y por último las áreas de recarga y los acuíferos de los manantiales (art. 33, ley N°7575).

Áreas verdes: Se trata de un espacio libre y disponible para la recreación formal e informal, pasiva y activa. Estos espacios en su mayor extensión deben ser de carácter público y contemplar campos, arboles e instalaciones recreativas y culturales en servicio de la población urbana. Estas deben cumplir con: preservar los recursos naturales valiosos, promover la creación y mantenimiento de un ambiente urbano limpio sano y libre de contaminación, que promuevan la recreación pasiva, activa y el intercambio social, que permita el aprovechamiento de los recursos culturales e históricos, entre otros. Masa vegetal, de acceso público, que se encuentra dentro de las ciudades. Por ejemplo: parques, jardines públicos, bulevares, áreas de juego infantil, áreas verdes.

Bosque: Un ecosistema poblado de árboles y otras plantas, de diferentes alturas y diámetro compuesto por varias especies, compuesto por varios estratos.

Bosque muy húmedo montano bajo: El bosque muy húmedo montano bajo o bosque de neblina es un bosque latifolio de estratos difusos y no espinoso. La duración de la estación seca es de 1 a 2 meses, y está bien drenado. No se inunda. El rango de precipitación oscila entre 1850 y 4000 mm como promedio anual. (Cambroner, 2015)

Bosque muy húmedo Premontano: El bosque tropical muy húmedo Premontano o pluvial Premontano es un bosque con una temperatura media anual de 18° a 24°C y una precipitación media anual entre 2000 y 40000 mm. Este bosque ocupa grandes extensiones en Costa Rica en las zonas premontañas de todas las cordilleras. Se ubica en tres áreas: el valle del General de manera periférica al bosque tropical húmedo; en Turrialba; en el valle Central, formando un arco amplio que se extiende como una banda angosta a lo largo de la vertiente pacífica de las cordilleras de Tilarán y Guanacaste. (Cambroner, 2015)

Los árboles en esta zona de vida son siempre verdes con dos o tres estratos. El dosel está compuesto por pocas especies, deciduas en época seca, y alcanzan entre 30 y 40m de altura, la corteza es de color café o gris moderadamente compacta, escamosa o fisurada; las hojas suelen agruparse en el extremo de las ramas. La mayoría de los árboles están cubiertos por una delgada capa de musgo. El subdosel posee árboles entre 10 y 20m de altura de corteza oscura, con raíces de apoyo y hojas alargadas, y ocasionales helechos arborescentes. El estrato arbustivo alcanza entre 2 y 3m de altura, a menudo denso. Se pueden encontrar epífitas y con mayor frecuencia helechos y enredaderas trepadora. (Cambroner, 2015)

Bosque húmedo premontano: ecosistema del bosque húmedo premontano constituye, después del bosque tropical seco el tipo de bosque más alterado y reducido de Costa Rica. Estudios indican que este tipo de bosque está representado por tan sólo el 1,75% de su cobertura original y existe una tendencia hacia su fragmentación. La desaparición de este tipo de ecosistema se debe, principalmente a su ubicación sobre una faja altitudinal con condiciones climáticas propicias para la agricultura y el asentamiento de poblaciones humanas.

Bosque pluvial transición montano bajo: Este ecosistema se encuentra en la parte de la Cordillera donde chocan los vientos, ambas vertientes de la Cordillera de Tilarán. El bosque en esta zona de vida es una asociación climática, es siempre verde. El bosque pluvial transición montano bajo presenta aproximadamente un 50 % de especies exclusivas lo cual lo diferencia en cuanto a su riqueza y diversidad florística de los demás bosques propios de la zona de vida pluvial montano. La heterogeneidad caracteriza a este tipo de bosque, donde hay un número más elevado de árboles por hectárea. Es un bosque sumamente húmedo, de baja altura

(20-30 m) y dos estratos, encontrándose las capas orgánica y mineral del suelo siempre saturadas de agua. El dosel posee árboles entre 25 y 30 metros de altura. El segundo estrato es denso, con árboles entre 0 y 20 metros de altura. El rango de precipitación oscila entre 1400 y 2000 mm como promedio anual. Presenta un promedio efectivamente seco moderado entre 2 a 4 meses. (Cambroner, 2015).

Bosque pluvial montano: Esta zona de vida presenta un rango de precipitaciones entre 2200 y 4500 mm anuales como promedio. El bosque es siempre verde, de altura baja a intermedia y con dos estratos de árboles. En el dosel encontramos árboles entre 25 y 30 metros de altura con copas pequeñas y redondeadas y las hojas a menudo se agrupan en el extremo de las ramas. El siguiente estrato es abierto con árboles entre 5 y 15 metros de altura y abundan los helechos arborescentes.

Bosque ribereño: Bosque que se encuentra en los alrededores (riberas) de ríos u otros cuerpos de agua (Kappelle 2008).

Cambio climático: se define como Los efectos que a nivel mundial, están provocando en el tiempo y el espacios, las diferentes eventos que nos afectan tanto indirecto como directamente y que repercuten sobre la actividad del hombre: Ej.: cambios en los patrones de lluvia, y con ello las consecuencias tanto de la productividad del suelo, etc.

Canal: Conducto por el cual el agua fluye en una superficie libre y de acuerdo con su origen un canal puede ser natural o artificial.

Cauce: Depresión natural de longitud y profundidad variable en cuyo lecho fluye una corriente de agua permanente o intermitente, definido por los niveles (huella) de las aguas alcanzadas durante las máximas crecidas ordinarias. Definido en la Ley de Aguas como el terreno que cubren sus aguas en las mayores crecidas ordinarias (artículo 70).

Conservación de los recursos hídricos: Administración, protección, mantenimiento, recuperación y mejoramiento de los recursos hídricos, en cantidad, calidad y oportunidad, a través de una gestión integrada del recurso.

Conservación de suelos: Son todas aquellas prácticas dirigidas a aumentar la resistencia o disminuir las fuerzas que intervienen en la erosión, pueden ser culturales, agronómicas o mecánicas.

Corredor Biológico: Según el Reglamento a la Ley de Biodiversidad, un corredor biológico es un territorio delimitado, cuyo fin es proporcionar conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats, naturales o modificados, para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y los procesos ecológicos y evolutivos; está integrado por áreas naturales bajo regímenes de administración especial, zonas núcleo, de amortiguamiento, o de usos múltiples; proporcionando espacios de concertación social para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, en esos territorios. Ruta que permite el movimiento de especies de una región a otra o de un lugar a otro (Kappelle, 2008).

Corredor Biológico Inter-Urbano: Territorio delimitado cuyo fin es proporcionar conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y los procesos ecológicos y evolutivos. Está integrado por áreas naturales, públicas o privadas, rurales o urbanas, bajo regímenes de administración especial, zonas núcleo, de amortiguamiento, de usos múltiples u otros,

proporcionando espacios de concertación social, empresarial, industrial e institucional para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. (CBI-RT, 2015).

Cuenca hidrográfica: Unidad territorial delimitada por la línea divisoria de sus aguas, las cuales drenan superficial o subterráneamente hacia una salida común. Cuando los límites de las aguas subterráneas no coincidan con la línea divisoria de aguas, dicha delimitación incluirá la proyección de las áreas de recarga de las aguas subterráneas, las cuales fluyen hacia la cuenca delimitada superficialmente. Si las aguas de una cuenca tienen como salida común algún punto del litoral, su zona de influencia marítima se considera como proyección de la cuenca hidrográfica respectiva, según lo determinen los estudios técnicos pertinentes.

Derecho de vía: Franja de terreno, propiedad del Estado, de naturaleza demanial, destinada para la construcción de obras viales para la circulación de vehículos, y otras obras relacionadas con la seguridad, el ornato y el uso peatonal, generalmente comprendida entre los linderos que la separan de los terrenos públicos o privados adyacentes a la vía (Reglamento de derechos de vía y publicidad exterior, N°29253-MOPT, 2001).

Diversidad biológica: Riqueza de especies en un área determinada en un momento dado.

Drenaje: Evacuación del agua superficial, subsuperficial o subterránea de un área de terreno determinada, ya sea por gravedad o por bombeo.

Ecosistema: es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. (Conabio, 2016).

Embalse: Acumulación de aguas que se da como resultado de su retención por medio naturales o artificiales.

Erosión: La erosión del suelo es definida como un proceso de desagregación, transporte y deposición de materiales del suelo por agentes erosivos (FAO, citando a Ellison, 1947).

Escorrentía: Agua que fluye sobre la tierra en vez de infiltrarse en el suelo (Tarbuck y Lutgens, 1999. Ciencias de la Tierra, una introducción a la geología física. Prentice Hall. Madrid, España. 540 p.).

Escurrimiento: Escurrimiento: Componente del Ciclo Hidrológico, agua proveniente de la precipitación, que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente, para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca. Existen tres tipos, escurrimiento superficial, subsuperficial y subterráneo.

Especie exótica: Especie foránea o exógena, que ha sido introducida en un país o región pero que no corresponde al sitio de origen, o cuya distribución es propia de otra ubicación geográfica.

Especie nativa: Especie que se encuentra dentro de su área de distribución natural u original (histórica o actual) de acuerdo con su potencial de dispersión natural. La especie forma parte de las comunidades bióticas naturales del área. (Conabio, 2016).

Expropiación: es la acción y efecto de expropiar, hace referencia a la conducta desarrollada por la administración pública para privar a una persona de la titularidad de un bien (como una casa, una empresa o una fábrica) o de un derecho, a cambio de una indemnización. (Obtenido desde: <http://definicion.de>).

Flora: Conjunto de plantas de un país o de una región. (Obtenido desde: <http://dle.rae.es/?id=I6Rqkx5>)

Fauna: Conjunto de los animales de un país, región o medio determinados. (Obtenido desde: <http://dle.rae.es/?id=I6Rqkx5>).

Hábitat: Ambiente en el cual vive un organismo. Comprende los recursos y las condiciones presentes en una zona determinada que permiten su presencia, supervivencia y reproducción.

Gestión del riesgo: ES la estrategia a considerar en la toma de decisiones, para prevenir, ante las consecuencias que presentará un evento climatológico u de otra índole: Ejemplo: un huracán (evento), destrozó de caminos (desastre natural), ante ello lo que se hace es prevenir a la población a para que estén atentos y se cuiden etc. Esto es solo un ejemplo.

Fijación de carbono: Es la capacidad de las plantas de capturar del medio ambiente el carbono, que generan las industrias y vehículos etc. Con ello se logra reducir la contaminación atmosférica.

Herbicida: Sustancias químicas empleadas para controlar plantas indeseables en un cultivo o plantación.

Horizontes del suelo: Capa del suelo, aproximadamente paralela a la superficie del terreno, con características más o menos bien definidas, las cuales son el resultado de la acción de los procesos de formación del suelo. Los horizontes presentan el siguiente orden, desde la superficie hacia la profundidad: horizonte O (materia orgánica), horizonte A (suelo), horizonte B (subsuelo), horizonte C (material parental).

Humedales: Ecosistemas con dependencia de regímenes acuáticos, naturales o artificiales, permanentes o temporales, lénticos o lóticos, dulces, salobres o salados, incluyendo las extensiones marinas o arrecifes de coral o, en su ausencia, hasta seis metros de profundidad en marea baja.

Incentivos forestales: son los diferentes mecanismos para proteger el recurso forestal Natural o artificial, ya sea mediante el pago de Servicios ambientales, u otro mecanismo que incentive al dueño de los sitios de importancia para la mejora o permanencia de la cobertura forestal.

Infiltración: La infiltración es el volumen de agua procedente de las precipitaciones que atraviesa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo y del subsuelo.

Invasión de zonas de protección: en la legislación costarricense, específicamente la Ley Forestal N° 7575 y la Ley de Aguas 276, se definen las áreas de protección de diferentes cuerpos de agua que son parte del patrimonio natural del estado, los cuales adquieren carácter de inalienable e inembargables, y cualquier acción en contra de la protección de estos se considera invasión.

Lagunas: Del latín lacuna, la noción de laguna se refiere al depósito natural de agua que puede tener diferentes dimensiones y formarse a partir de la desembocadura de un arroyo o río o, en su defecto, en períodos de inundación por el desborde de uno de ellos y el posterior estancamiento de las aguas. Generalmente se componen de agua salada, aunque existen lagunas que las tienen dulces. Cabe mencionar que el agua dulce es aquella que posee unas cantidades mínimas de sales minerales disueltas en su interior mientras que el agua salada abunda en dichos componentes; la primera se encuentra en ríos, arroyos y manantiales y la segunda en el mar.

Las lagunas pueden formarse por distintos motivos. Uno de ellos es a partir de la acción de fuerzas tectónicas, las cuales crean depresiones mediante plegamientos de la corteza terrestre generando los levantamientos conocidos como domos, separados por depresiones en las que se crea una fosa que se llena de agua.

Otra causa de la formación de una laguna puede ser la existencia de un volcán. Los volcanes pueden generar espacios propicios para que se acumule el agua al erupcionar, ya que el material que expulsan forma cráteres en el suelo y pueden tener diferentes dimensiones o diámetro.

Otra vía para la formación de las lagunas es el desmoronamiento de la ribera de un río; la acumulación de material sólido en determinadas zonas impide la salida del agua, atrapándola en un terreno incomunicado. Estas lagunas son temporales, al pasar una determinada cantidad de tiempo sin lluvia, el agua que la contiene se evapora y por ende, la laguna desaparece. Otra manera en la que puede construirse es como consecuencia del desborde de un determinado afluente o por ser un lugar propicio para su desembocadura.

Mantenimiento arbóreo: se refiere a las actividades posteriores a la plantación del árbol, las cuales son necesarias para la supervivencia y crecimiento adecuado. Estas pueden ser limpieza de rondas, eliminación de malezas, podas, entre otras

Naciente: Surgencia superficial de agua de origen subterráneo que se produce a favor de grietas o cambios de litología en lugares donde la superficie topográfica corta al nivel freático o se captan mediante labores practicadas al efecto. Conocido como manantial, nacimiento, afloramiento, ojo de agua, lloradero, venero.

Piso altitudinal: Los pisos altitudinales se refieren a ciertas alturas sobre el nivel del mar, que ayudan a definir un tipo de relieve, un tipo de vegetación presente.

Procesos de sucesión: cambio en la estructura de la comunidad de un ecosistema a lo largo del tiempo. Los cambios en la comunidad alteran el ecosistema en favor de los competidores y las especies se reemplazan de manera más o menos predecible hasta que se logra una comunidad clímax estable y autosustentada (Audesirk, T y G. 1996. Biología. La Vida en la Tierra. Prentice Hall, Hispanoamérica. México. 947 p).

Plantas invasoras: Plantas no deseables que crecen en los terrenos y compiten con la plantación principal.

Poda: aquella actividad de corte y empolijamiento de algunas plantas de manera intencional con el fin de obtener mejoras en su crecimiento así como también embellecer su forma natural o darle una forma nueva y artificial. Existen diferentes tipos: Poda de formación: Es un tipo de poda que se aplica a árboles, arbustos, palmas o plantas con el fin de darles una forma estética y que permita el crecimiento adecuado en relación al sitio. Busca eliminar los brotes laterales basales para conseguir un solo tallo recto con una copa alta, distribuida y balanceada, cuyo centro de gravedad coincida con el eje del fuste y no fuera de él, así se puede permitir mantener la coexistencia de una alta densidad de árboles. Tiene como objeto modificar la arquitectura del árbol para mejorar su iluminación, aireación, resistencia a los agentes mecánicos y climáticos y prepara su manejo a futuro. Poda de mantenimiento: Se realiza durante toda la vida del árbol, una o dos veces al año, fundamentalmente durante la época seca, para ello se eliminan las ramas enfermas, atacadas o quebradas, chupones, plantas parásitas, nidos de hormigas y comején, y se mantiene la copa del árbol clara, ventilada, balanceada y en equilibrio con la orientación y vocación del sitio. Poda sanitaria: Consiste en eliminar las ramas atacadas por plagas o enfermedades. Se aplica cuando el daño causa un efecto adverso a la estética, existe

riesgo de caída o afecta la infraestructura. Su propósito es eliminar las secciones del árbol y tejidos afectados hasta encontrar sano, luego se desinfecta la zona raspada, posteriormente se cubre la herida con una pasta selladora desinfectante para proteger los tejidos de la acción degradante de los factores ambientales, agentes bióticos y abióticos, para mejorar la cicatrización y la formación de la "goma herida", lo que impide la desecación excesiva y la muerte de los tejidos.

Quebrada: Curso de agua permanente o intermitente que corre por las quebradas de las sierras o en tierra llana. Cualquier agua que corre de una barranca a un río. Abertura estrecha y áspera entre montañas. Valle relativamente estrecho entre dos cordones de montañas.

Río: Sistema Hidrográfico que conduce aguas producto de la precipitación y de la recarga subsuperficial en forma de flujo permanente o intermitente.

Residuos: según la ley N° 8839 sobre la gestión integral de residuos de Costa Rica, residuo se refiere a "material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados."

Reforestación: Plantación de árboles en terrenos degradados o en donde se han talado.

Regeneración natural: Mecanismo de restablecimiento de la vegetación natural después de su destrucción, mediante la dispersión natural de semillas y su germinación, iniciándose así un proceso de sucesión gradual.

Saneamiento ambiental: Conjunto de gestiones, técnicas, administrativas, políticas y redes de servicios que contribuyen a dotar a la sociedad de estándares adecuados de salud pública, con lo cual se debe garantizar un ambiente o entorno óptimo para su desarrollo contemplado en el artículo 50 de la Constitución Política de Costa Rica. Los componentes se citan a continuación:

- Manejo de residuos en general.
- Abastecimiento de agua potable.
- Manejo de aguas residuales.
- Atención a la salud.
- Prevención de emergencias.
- Calidad del aire.
- Calidad de suelos.
- Contaminación ambiental.



Servicios ambientales: son los que brindan el bosque y las plantaciones forestales y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente. Son los siguientes: mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción), protección de agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico, protección de la biodiversidad para conservarla y uso sostenible,

científico y farmacéutico, investigación y mejoramiento genético, protección de los ecosistemas, formas de vida y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos. (Ley Forestal N° 7575).

Servicios ecosistémicos: según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura, los servicios ecosistémicos son la multitud de beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad. La biodiversidad es la diversidad existente entre los organismos vivos, que es esencial para la función de los ecosistemas y para que estos presten sus servicios, estos hacen posible la vida humana, por ejemplo, al proporcionar alimentos nutritivos y agua limpia; al regular las enfermedades y el clima; al apoyar la polinización de los cultivos y la formación de suelos, y al ofrecer beneficios recreativos, culturales y espirituales. (FAO, 2016).

Variabilidad climática: Se define como los diferentes componentes del clima que inciden sobre la biodiversidad de la zona. (Flora y fauna).

Zona de recarga acuífera: Área a que alimenta un acuífero, bien por infiltración directa, o por escorrentía e infiltración subsiguiente.

Zonas de vida: es la relación entre el clima (temperatura, precipitación y humedad) y la vegetación en un determinado sitio. (Cambronero, 2015). En costa rica se presentan las siguientes zonas de vida:

Cuadro 1. Distribución de las zonas de vida presentes en Costa Rica, según piso y ámbito de altitudinal.

Piso Altitudinal	Límites de Temperatura (°C grados Celsius)	Rango altitudinal (msnm)	Zonas de Vida
Basal	Más de 24 (21)	0-700 Según región	Bosque Seco Bosque Húmedo Bosque muy Húmedo
Premontano	Entre 27-18 (26)	700-1400 Según región	Bosque Húmedo Bosque muy Húmedo Bosque Pluvial
Montano Bajo	Entre 18-12 (11)	1400-2700	Bosque Húmedo Bosque muy Húmedo Bosque Pluvial
Montano	Entre 12-6 (13-5.5)	+2400-3700	Bosque muy Húmedo Bosque Pluvial
Subalpino (Montano alto)	Entre 6-3 (6.5-2.7)	2800-4000	Páramo Pluvial

Fuente: Tomado R. Quesada (2007), citando a Fournier, 1980.

2. Lista de acrónimos

ACCVC: Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Bh-P: Bosque Húmedo

Bh-T: Bosque Húmedo Tropical.

Bmh-MB: Bosque Muy Húmedo Montano Bajo.

Bmh-P: Bosque Muy Húmedo Premontano.

CCSS: Caja Costarricense de Seguro Social.

CNE: Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.

CNFL: Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

DAP: Diámetro a la altura del pecho.

DA: Dirección de Agua

EAE: Evaluación Ambiental Estratégica.

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental.

GAM: Gran Área Metropolitana.

ICE: Instituto Costarricense de Electricidad.

IFA: Índice de Fragilidad Ambiental.

INVU: Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo.

ITCR: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

K: Potasio.

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería

MEIC: Ministerio de Economía, Industria y Comercio.

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía.

MS: Ministerio de Salud.

MIVAH: Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos.

MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

MSJ: Municipalidad de San José.

M.S.N.M: Metros sobre el nivel del mar.

N: Nitrógeno.

OAT: Ordenamiento Ambiental del Territorio.

OT: Ordenamiento Territorial.

P: Fósforo.

PCHCB: Programa de Cuencas Hidrográficas y Corredores Biológicos.

PROINNOVA: Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación.

SENARA: Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento.

SETENA: Secretaría Técnica Nacional Ambiental.

SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación.

UCR: Universidad de Costa Rica.

UNA: Universidad Nacional.

ZMT: Zona Marítimo Terrestre.

FedeHeredia: Federación de Municipalidades de Heredia.



3. Introducción

Costa Rica desde los años noventa presentó la época más importante en normativa ambiental, lo que permitió posicionarse como un país conservacionista. Derivado de ello, el Estado ha dado prioridad en velar por la protección y administración del ambiente. En relación a temas de cobertura boscosa, para el año de 1996 se aprueba la Ley forestal N° 7575, publicada en el Diario Oficial La Gaceta N° 72 del 16 de abril, prohibiéndose el cambio del uso del suelo de categoría de manejo forestal otras actividades. Todo con el objetivo de mantener una producción equilibrada y sostenible de este recurso, aunque en la práctica no se desarrolló de esta manera y más bien la Ley permitió un manejo forestal que originó graves consecuencias a los bosques naturales. Adicionalmente la Ley planteó, el velar por la generación de empleo y el incremento del nivel de vida de la población rural, mediante su efectiva incorporación a las actividades silviculturales, en virtud del interés público y salvo lo estipulado en el artículo 18 de esta ley, en el que hace mención prohibirse la corta o el aprovechamiento de los bosques en parques nacionales, reservas biológicas, manglares, zonas protectoras, refugios de vida silvestre y reservas forestales propiedad del Estado.

Pese a estos esfuerzos aún existe mucho por mejorar, principalmente, en cuanto a la inexistencia o debilidad en la cuantificación de estudios técnicos y análisis estadísticos de los permisos de aprovechamiento forestal otorgados en los últimos años que indican, bajo qué autorizaciones se han otorgado, de parte de la Administración Forestal del Estado, para casos de árboles en potreros y sistemas agroforestales, incumpliendo la Ley Forestal y los procedimientos correspondientes, produciéndose una eliminación total o parcial del bosque.

Para la provincia de Heredia, ubicada dentro de la Gran Área Metropolitana (GAM), con los múltiples problemas en la expansión constante de la ciudad hacia zonas rurales y áreas protegidas, procesos de conurbación y divergencia de uso, crecimiento acelerado de la población y una falta de visión país en planificación urbana y ordenamiento del territorio, ha generado la tala indiscriminada de la cobertura forestal en zonas de gran importancia hídrica, ubicadas en las partes altas de la provincia (sector norte); además, de los márgenes de ríos y quebradas, con una falta de manejo integral de cuenca, disparando eventos extremos recurrentes, como la escasez del servicio de agua potable derivado de los bajos niveles hídricos y variabilidad climática en época seca; mientras que en época lluviosa, se presentan precipitaciones de corto plazo, muy intensas, impermeabilizando los suelos dada por las edificaciones, provocando inundaciones en la parte media-baja de la provincia, que a la vez, suma la falta de canalización de las aguas, por la deficiente o inexistente red de alcantarillado sanitario y proyectos regionales de saneamiento ambiental, lo cual también ha contaminado la calidad del recurso hídrico, utilizado para el servicio de agua potable.

Con este escenario, es que han surgido varias resoluciones de la Sala Constitucional como el Voto 4050 en el año 2005, en respuesta a la afectación de los cantones de Heredia, Flores y Belén con la Declaración de Emergencia, provocado por inundaciones, del aporte de las aguas mal manejadas de la microcuenca del río Burío-Quebrada Seca; o la resolución n° 05894 del 27 de abril del año 2007, que señala la problemática de la Cuenca del río Grande del Tácoles, la cual también posee el Decreto N°38071-MINAE; y su respectivo reglamento, que le da funcionalidad y operatividad a todas las instancias inmersas en esta, para que de manera articulada solventen los problemas ambientales presentes, dividiendo a la cuenca en cuatro subcomisiones: Heredia, Alajuela, San José y Pacífico Central; también, se debe considerar el estudio señalado por la Contraloría General de la República n° DFOE-AE-IF-14-2014, Informe de Auditoría, para el cumplimiento de las obligaciones en el resguardo de las áreas de protección de los ríos en la GAM, donde se señalan grandes deficiencias en el cumplimiento de la norma para la protección de los bosques.

Por tales razones, la Subcomisión del Tárcoles-Heredia, en cumplimiento de la norma y en responsabilidad de lo que le compete, en articular acciones interinstitucionales en beneficio del ambiente, ha decidido ajustar el Protocolo de Recuperación de las Áreas de Protección de la Gran Área Metropolitana, a la realidad provincial, denominándolo, **Protocolo de Áreas de Protección y Arborización para la provincia de Heredia**, resulta imperante resaltar, la incorporación de los sitios de arborización, vistos no sólo por poseer la funcionalidad de ser pequeños pulmones verdes en la ciudad sino también, la belleza paisajista en el urbanismo o el complemento del equipamiento urbano. A continuación se presentará el Protocolo correspondiente, realizado en el seno de la Subcomisión de Heredia- CGICRG Tárcoles.



4. Justificación

Los árboles urbanos representan un elemento fundamental en el paisaje de las ciudades, debido a que poseen la capacidad de brindar beneficios y servicios que son aprovechados por las poblaciones (Tovar 2007; Roy et al. 2012; FAO 2016). Los beneficios pueden agruparse en: sociales, económicos, visuales, estéticos, y de salud; destacan entre los servicios aquellos asociados a la reducción de la temperatura, al secuestro de carbono, el mejoramiento de la calidad del aire, el mejoramiento de las condiciones para la vida silvestre, entre otros (Roy et al. 2012; FAO 2016).

La región de Heredia no está exenta de estos beneficios y servicios, ya que en ella, existen distintas clases de árboles y arbustos en áreas urbanas o áreas de protección. Debido a que muchos de los cantones han migrado de sitios verdes a grises, se hace imperante el trabajar en un protocolo que ayude a mejorar la calidad de vida a través del arbolado urbano y de áreas de protección. De aquí la importancia de desarrollar un plan de arborización con el fin de proponer medidas a corto, mediano y largo plazo; y tratar el tema de prevención de daños de forma integral, en donde se garantice la seguridad e integridad de los usuarios, y la salubridad y permanencia del arbolado en el tiempo, así como recuperación de áreas ambientalmente frágiles. Transversalmente pueden vincularse otros objetivos relacionados a la biodiversidad y cambio climático, los cuales, junto al objetivo general puede transformar a Heredia en una región más sustentable y protectora de los recursos naturales. Asimismo, la legislación ambiental faculta para gestionar y administrar todas estas áreas ambientalmente frágiles y velar por su recuperación y mantenimiento. En Costa Rica existe una amplia legislación en cuanto a la protección de los humedales (ríos, lagos, embalses, quebradas, espejos de agua), a saber: la Ley Forestal N°7575, que establece las distancias mínimas que se deben dejar de retiro para las áreas que constituyen la franja alrededor de las nacientes, riberas de los ríos, quebradas o arroyos, riberas de los lagos y embalses naturales y artificiales construidos por el Estado y las zonas de recarga de los acuíferos.

La Sala Constitucional, mediante el Voto N°16938 declaró, en el año 2011, que deben resguardarse todos los humedales del país, sean permanentes o intermitentes, aunque no hayan sido declarados como áreas silvestres protegidas; aunado a esto, las áreas de protección de cursos de agua, cuerpos de agua naturales y nacientes así como, las áreas de recarga acuífera, son considerados como Áreas Ambientalmente Frágiles por lo que para cualquier intervención que se vaya a realizar en ellas, se debe presentar el Documento de Evaluación Ambiental D1 ante la Secretaría Técnica Nacional Ambiental.

La Ley de Aguas N°276 establece que para evitar la disminución de las aguas, producida por la tala de bosques, todas las autoridades de la República deben procurar el estricto cumplimiento de las disposiciones legales referentes a la conservación de los árboles, especialmente los de las orillas de los ríos y los que se encuentren en las nacientes. Además, la Ley de Planificación Urbana N°4240 y el Reglamento del INVU para el Control Nacional para el Fraccionamiento y Urbanizaciones, en la sección III.3.7: Protección de ríos, establecen que en caso de que se pretenda urbanizar fincas atravesadas por ríos o que colinden con éstos, deberá proveerse una franja de no construcción mínima de 10m en terreno plano y 50m en terreno quebrado y presentar a la AFE-MINAE un Plan de reforestación, rehabilitación y mantenimiento, para su aprobación, con el fin de establecer un bosque urbano en la zona.

Por otro lado, es importante indicar que el arbolado urbano aporta para la mejora de la calidad de vida de las comunidades, donde los principales servicios ecosistémicos son los siguientes: protección de la fauna y flora silvestre, regulación del clima (generación microclima/mitigación de gases efecto invernadero), mejora de la conectividad (biodiversidad urbana), protección del recurso hídrico, protección y recuperación de los suelos,

reducción de la vulnerabilidad, amplia espacios verdes (salud mental), belleza escénica, entre otros. Todo esto se sustenta con más legislación y complementos conexos:

- Que todas las personas tienen Derecho a disfrutar de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado para desarrollarse, así como el deber de conservarlo (Constitución Política de Costa Rica, Artículo 50).

- Que la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y los ecosistemas naturales, deben ser integrados en el desarrollo de políticas socioculturales, económicas y ambientales. (Ley de Biodiversidad No.7788, Artículo 10).

- Que la vegetación arbórea brinda servicios ambientales que inciden directamente en la protección y el mejoramiento del ambiente, tales como: mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción), mejora de la estructura física de los suelos para la percolación del agua de lluvia, permitiendo una mejor absorción de este recurso y su distribución en el tiempo. Se favorece la distribución del recurso hídrico entre los períodos seco y lluvioso, permitiendo su utilización como agua para consumo humano en los sectores rural y urbano. Propicia el desarrollo de la biodiversidad aumentando la complejidad a lo interno de los ecosistemas. Brindan belleza escénica al estimularse la formación de un paisaje natural y urbano para el disfrute de los todas y todos los ciudadanos, en razón de la mejora sustancialmente de la calidad de vida en el espacio urbano-ambiental.

- Que las Municipalidades son las encargadas de administrar, controlar, fiscalizar y monitorear, los servicios comunales en procura de brindar un sitio en condiciones necesarias de seguridad, salubridad, comodidad y paisaje agradable para el disfrute de los habitantes del cantón.

- Que la administración eficiente de los intereses y servicios comunales, son componentes de la calidad de vida del ciudadano, por lo que es deber de las Municipalidades, el fomentar la participación activa, consciente y democrática de todo ciudadano, dentro del proceso de recuperación ambiental del cantón (Código Municipal, Artículo 5).

- Que la legislación nacional faculta a las Corporaciones Municipalidad para emitir y promulgar los reglamentos (Código Municipal, Artículo 4, incisos a y c), necesarios para el debido acatamiento del Plan Regulador y para la protección de los intereses de salud, seguridad, comodidad y bienestar de la comunidad (Ley de Planificación Urbana No.4240).

- Que la legislación ambiental nacional señala entre las funciones de las municipalidades y los demás entes públicos, el definir y ejecutar políticas de ordenamiento territorial, tendientes a regular y promover los asentamientos humanos, las actividades económicas y sociales de la población, así como el desarrollo físico-espacial, con el fin de lograr la armonía entre el mayor bienestar de la población, el aprovechamiento de los recursos naturales y la conservación del ambiente (Ley Orgánica del Ambiente No.7554, Artículo 28).

- Que los elementos del paisaje natural son bienes socioculturales e indicadores de la calidad de vida en los espacios urbano-ambientales, por lo que su disfrute es un Derecho de todos los seres humanos. Al ser un componente para el logro de la sostenibilidad, se vincula con las acciones para mitigar del cambio climático, al patrimonio natural y cultural del Estado y a las actividades económicas que producen valor agregado, incrementando la producción y contribuyendo a la creación de empleo.

- Que el establecimiento de la política pública sobre el paisaje, debe orientarse al reconocimiento, la valoración, la protección y recuperación, la gestión y la planificación sostenible de los paisajes, propiciando la estabilización del recurso edáfico y la conservación del recurso hídrico. Lo anterior, requiere la vinculación e interacción del proceso de participación ciudadana activa en el desarrollo paisajístico de los diferentes cantones involucrados¹.

Por otro lado, es importante destacar que en la cuenca del Río Grande de Tárcoles, se concentra aproximadamente el 60% de toda la población del país, alberga cerca del 85% de las industrias, del comercio, de los servicios y circulan por este territorio el 80% del servicio de transporte público, siendo que todos estos elementos confluyen en 2169km² con 36 municipios que apenas representa un 4% del territorio nacional. En este pequeño territorio ha entrado en un progresivo deterioro ambiental en perjuicio no solo de la sostenibilidad de los recursos naturales en ella presentes, sino, además de la calidad de vida de sus pobladores y de las futuras generaciones, siendo el crecimiento poblacional acelerado, la expansión urbana desordenada en zonas de recarga acuífera que genera la contaminación de aguas subterráneas y superficiales, la utilización de los ríos como solución parcial para la disposición de los desechos líquidos y sólidos producto de la actividad doméstica, industrial y agrícola, la pérdida de suelos, el mal manejo de los desechos líquidos y sólidos, la deforestación y la pérdida de cobertura vegetal, los principales problemas que confrontan a diario los habitantes de esa cuenca. El derecho a la salud, tanto física como mental, no puede hacerse efectivo sin un ambiente libre de contaminación. En este sentido, el Estado costarricense cumple un papel fundamental de garante en la protección al ambiente sano; obligación que deviene de la propia constitución política y de los instrumentos internacionales suscritos por el país. Así, el Gobierno no solamente debe tomar las medidas preventivas para impedir cualquier tipo de contaminación sino que además debe adoptar cualquier acción tendiente a restituir estos derechos. Se ordena, por tanto, al MINAE, MinSa, al Ministro de la Presidencia, al Gerente del AyA, al Presidente Ejecutivo de la CCSS, y a los Alcaldes Municipales de los 36 cantones, que adopten las acciones necesarias para eliminar de manera integral los focos de contaminación que existen a lo largo de la cuenca del Río Grande de Tárcoles y se tomen medidas para iniciar el proceso de reparación del daño ambiental ocasionado en esa cuenca, en la medida en que ello fuere posible, para lo cual deberán realizar la coordinación que el caso amerite tendiente a solucionar integralmente el problema objeto de este amparo y que ha originado su estimatoria.

Uno de los graves problemas que ha sufrido la zona urbana de la provincia de Heredia ha sido la desaparición paulatina de los escasos bosquecillos riparios a orillas de los cauces de corrientes de agua contaminados, y en muchos casos con la sobrevivencia de unos cuantos árboles que crecen en forma aislada. Igualmente de una manera poco planificada han desaparecido los cafetales arbolados para dar paso a la infraestructura de urbanizaciones, condominios, zonas francas y carreteras, entre otras actividades. Así las cosas, se hace necesario retomar la importancia de proteger estas zonas de protección tan frágiles y someterlas dentro de sus posibilidades a una reforestación controlada, donde las especies a cultivar sean las típicas del Valle Central; y que por diferentes motivos hoy ya son escasas; así como algunas del Pacífico Central muchas de las cuales ya han sido ubicadas en proyectos de arboricultura con buenos resultados. Es necesario mencionar que con algunas excepciones no se utilizarán especies de otras zonas del país así como tampoco las especies exóticas, esto con el objetivo de mantener el área con las especies típicas de la zona.

¹ Información tomada del Reglamento ***Arborización y recuperación ambiental de los espacios públicos (aceras y parques comunales) y áreas degradadas en el cantón de Santa Ana. Municipalidad de Santa Ana.***

5. Objetivos

5.1. Objetivo general.

Elaborar un conjunto de lineamientos técnicos que permitan la recuperación de áreas de protección y la potencialización de los procesos de arborización de las áreas verdes, en la cuenca alta-media del Río Grande Tárcoles de la subregión de Heredia.

5.2. Objetivos específicos

- 5.2.1. Analizar el estado actual de las áreas de protección y áreas verdes para los procesos de recuperación y arborización en la cuenca alta-media del Río Grande Tárcoles de la subregión de Heredia.
- 5.2.2. Proponer posibles escenarios para la recuperación y arborización de las áreas verdes y de protección en la cuenca alta-media del Río Grande Tárcoles de la subregión de Heredia.
- 5.2.3. Formular un protocolo de recuperación y arborización para las áreas verdes y de protección, en la cuenca alta-media del Río Grande Tárcoles de la subregión de Heredia que recomiende las especies de plantas (especialmente árboles) típicas del valle central de Costa Rica.

6. Descripción del área de estudio

La Cuenca del Río Grande de Tárcoles está ubicada al centro y occidente del país. Presenta una forma alargada con una orientación del eje principal de la Cuenca en el sentido suroeste-noroeste con coordenadas geográficas que se detallan en la siguiente cuadro 2. En esta cuenca se localizan 36 municipios con jurisdicción política y administrativa.

Cuadro 2. Delimitación de la Cuenca de Río Grande de Tárcoles*

Puntos Extremos	Latitud Norte	Longitud Oeste (Greenwich)
Oriental	9°58' 10"	83° 53' 47"
Occidental	9° 47' 18"	84° 37' 48"
Septentrional	10°11' 25"	84° 16' 25"
Meridional	9° 43' 12"	84° 30' 18"

Fuente:El Sistema Fluvial del Tárcoles (IGN)

6.1. Aspectos geofísicos y naturales

La longitud del Río Grande de Tárcoles es de 111 Km, con un área de drenaje de 2,121 km² que representa el 4.1% del territorio nacional. Se forma por la confluencia de dos ríos principales, Virilla y Grande, que unidos pasan a llamarse Tárcoles. El sistema fluvial define tres sub-cuencas principales, a saber

- Subcuenca del Río Virilla: se extiende por la parte alta y media de la Cuenca, hacia el sector noreste de la misma, ocupando un 43% del área total. En ella habita un 83% del total de la población de la Cuenca.
- Subcuenca del Río Grande: se localiza en la parte media de la Cuenca, hacia el sector noroeste, y cubre un 34% del total de la misma. Está habitada por un 15% del total de habitantes de la Cuenca.
- Subcuenca del Río Tárcoles: se sitúa en la parte baja de la Cuenca, hacia el sector suroeste, extendiéndose sobre un 23% del área total. En ella solo habita un 2% del total de habitantes de la Cuenca.

Las principales características físicas de las sub-cuencas y principales tributarios del Río Grande de Tárcoles se presentan en el cuadro 3 a continuación.

Cuadro 3. Principales Características Físicas de la Cuenca del Tárcoles

Río/ Subcuenca	Área Km ²	Tributario/ Subcuenca	Área Km ²	Longitud* Km ²	Pendiente Media* Cuenca (%)	Pendiente media del Cauce* (m/Km)
Virilla	914.2	Virilla	110.8	60.7	21.3	35.1
		Tiribi	221.2	45.0	22.1	45.6
		Picagres	37.7	10.5	28.0	75.2
		Jaris	30.2	12.0	31.8	74.2
		Quebradahonda	33.8	11.0	31.6	80.0
		Uruca	55.4	14.0	29.5	75.0
		Ciruelas	90.2	38.0	18.1	60.8
		Segundo	72.2	35.0	14.4	51.4
		Bermúdez	76.5	26.5	11.3	43.4
		Tibás	45.3	17.0	24.1	55.9
		Para	27.8	7.0	18.2	80.0
		Macho	27.4	12.5	24.3	91.2
		Torres	44.2			
		María Aguilar	41.4			
Grande	722.5	Grande	148.7	59.8	23.2	28.6
		Poas	212.8	28.5	23.3	60.7
		Colorado	165.5	17.0	29.4	66.5
		Cacao	59.4	12.5	25.7	48.8
		Rosales	46.2	22.5	25.2	87.1
		Alajuela	54.8	29.0	11.3	49.0
		Tizate	18.5	16.5	13.1	33.9
		Valverde	16.6	8.0	17.0	47.5
Tárcoles	484.7	Tárcoles	210.5	51.0	30.9	5.3
		Carara	69.4	16.5	38.2	84.2
		Turrubares	204.8	29.0	24.4	38.8
Río Grande de Tárcoles	2121			111.7	24.1	21.5

* Fuente: El Sistema Fluvial del Tárcoles, IGN 1983

El clima en la región presenta grandes diferencias debido a variaciones de altitud que van desde 0 hasta 2,900 msnm. La temperatura promedio anual asciende desde el nivel del mar, con un promedio de 27.5°C, hasta los macizos del Poás y Barva, donde alcanza valores de 15°C, con una importante zona intermedia de 20 a 25°C, en el cual la mayor parte de la población. La variación del promedio anual de la temperatura es inferior a los 5°C durante todo el año. La humedad relativa promedio anual varía de 70 a 90%, siendo los valores más altos correspondientes a las zonas de mayor precipitación, es decir, las áreas montañosas.

La precipitación se extiende desde principios de mayo a mediados de noviembre y está caracterizada por lluvias de tipo convectivo. Es mayor en la parte intermedia y alta de los complejos volcánicos del Poás y Barva que se ubican al extremo norte de la cuenca, donde el promedio anual alcanza hasta 3900 mm. En la parte intermedia, el promedio anual oscila entre 1700mm y 2100 mm y en la parte baja de la cuenca, la precipitación media anual varía de 2200 a 2400 mm

La geología de la Cuenca es muy variada. Cuenta con materiales volcánico-sedimentarios e intrusivos, producto de procesos geológicos que han tenido lugar desde el Cretácico Superior hasta el reciente. La estructura geomorfológica de la Cuenca está conformada por una vasta depresión que abarca todo el Valle Central Occidental, donde se encuentran las sub-cuencas del Río Virilla y del Río Grande. Allí existen numerosos cauces que en su gran mayoría, nacen en la vertiente sur de los edificios volcánicos cuaternarios de la Cordillera Central. La Cuenca, se encuentra ligeramente basculada hacia el suroeste, por lo que origina una trama subparalela de drenajes, mientras que en el resto de la Cuenca, los patrones de drenaje son por lo general dendríticos

Por su hidrogeología, la Cuenca constituye el conjunto hidrográfico más relevante del país. La sub-cuenca del Río Virilla representa el área de mayor utilización de las aguas subterráneas debido a que en ella se concentra la mayor densidad de población y desarrollo de la actividad industrial y agropecuaria. Dentro de las unidades geológicas cabe destacar la sub-cuenca del Río Virilla que se caracteriza por una permeabilidad muy baja; la sub-cuenca del Río Tárcoles cuyas formaciones se caracterizan por presentar condiciones poco favorables para el almacenamiento de agua subterránea; la Formación Colima cuyos acuíferos se encuentran protegidos de los agentes contaminantes por gruesos depósitos de piroclastos, pero cuya vulnerabilidad podría encontrarse en los profundos cañones de los ríos que drenan el Valle Central; la Formación Tiribí donde existen cambios bien definidos en cuanto al origen, composición y características físicas de los materiales que dan como resultado tres unidades cuyas características van desde materiales muy poco permeables con techos casi impermeables, hasta ignimbritas que resultan importantes para el proceso de recarga de estos acuíferos, pasando por tobas de baja permeabilidad que disminuye de acuerdo al grado de alteración pero que poseen alguna porosidad que permite cierto almacenamiento y recarga lenta de agua hacia los acuíferos inferiores; y la Formación Barva cuya alternabilidad de lavas con permeabilidad secundaria alta y cenizas arcilladas permite que se generen algunos acuíferos colgados importantes, que se ubican al norte y noroeste de la sub-cuenca del Río Virilla

Los suelos en esta región son derivados de cenizas volcánicas, de colores oscuros y parduzcos con texturas medias, hacia la parte norte y central, con algunas pequeñas áreas de vertisoles como ocurre en las zonas del valle de Santa Ana y la Guácima, e Inceptisoles en la parte media de la cuenca. En las áreas de serranías al sureste y suroeste de la cuenca, los suelos predominantes son más rojizos y arcillosos, los cuales se pueden encontrar asociados con suelos pedregosos y/o rocosos. En la zona de la Meseta de Orotina, predominan suelos rojizos arcillosos y en la llanura aluvial del Río Tárcoles, abundan más suelos parduzcos amarillentos de drenaje bueno a lento

Las áreas protegidas que se encuentran en esta zona incluyen parte del Parque Nacional Poás, parte de la Reserva Forestal de la Cordillera Volcánica Central, parte del Parque Nacional Braulio Carrillo, Zonas Protectoras de Tiribí y la Carpintera, Cerros de Escazú, Zona Protectora de El Rodeo, Cerro de Atenas y la Reserva Biológica de Carara.

6.1.1. Ordenamiento Territorial y Recursos Naturales

Entre los principales problemas ambientales, se puede indicar que la cuenca registra los mayores crecimientos poblacionales del país. Estos han sido desordenados, habiéndose sometido esta región a un gradual proceso de complejo deterioro ambiental, provocado por actividades como: deforestación masiva para

dar cabida a la expansión agropecuaria y urbana, reducción significativa de la biodiversidad por destrucción de la cobertura vegetal, erosión de suelos por falta de cobertura vegetal, deterioro de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas por fuertes arrastres de sedimentos de los ríos y acarreo de desechos líquidos y sólidos en ellas. Los procesos de migración rural-urbana también han contribuido al deterioro de la calidad ambiental de esta cuenca, por el crecimiento desordenado de los núcleos urbanos y el desmejoramiento de las condiciones de salubridad en dichos núcleos.

La falta de una planificación integral de uso de la tierra tiene un gran impacto en los recursos hídricos, afectando las zonas de recarga de los acuíferos, drenaje pluvial, pérdida de biodiversidad, y la calidad ambiental en general. Por ejemplo, el crecimiento desordenado en las localidades de Heredia, San Rafael, Barva, Flores, Santa Bárbara y Alajuela ponen en riesgo la calidad del agua del acuífero de Barva. Estas municipalidades se encuentran en las subcuencas de río Alajuela, Ciruelas y Segundo con porcentajes en área urbana de 4.4%, 7.2%, y 3.0% respectivamente. Adicionalmente, las áreas en sobreuso en esta cuencas son 7.7% para la subcuenca de Alajuela, 12.8% para el Ciruelas, y 4.37% para la sub-cuenca del Río Segundo. Igualmente, las expansión urbana en la zona de San Isidro de Coronado en la cuenca del Río Virilla y subcuencas de los ríos Macho y Pará significa un alto riesgo de contaminación del acuífero de Colima.

6.1.2. Áreas protegidas y zonas verdes

Las áreas protegidas en esta cuenca no responden a una estrategia de manejo de cuenca, más bien parece que el espíritu de conservación es resguardar algunas áreas para la protección de ciertos sectores críticos como nacientes de ríos y áreas de recarga de acuíferos. La estructura de muchas de estas áreas no es orgánica, es decir no existen corredores que las conecten y, en términos generales, son pequeñas islas que sufren erosión genética y fraccionamiento por la gran presión de población y el crecimiento urbano.

La problemática de áreas verdes en las zonas urbanas es crítica debido a la expansión desordenada de las áreas urbanas sin una estrategia de planificación. Adicionalmente, gran parte de las riberas de los ríos en las zonas urbanas están ocupadas por asentamientos informales. Estos asentamientos, vierten sus desechos líquidos directamente a los cauces y también impiden que las planicies de inundación de los cauces actúen en la regulación de las crecidas y sirvan como zonas de amortiguamiento y filtros de contaminantes de origen urbano.

6.1.3. Ordenamiento urbano

En la cuenca de Tárcoles se ha encontrado un incumplimiento parcial en prácticamente todos los componentes del ordenamiento territorial o desarrollo urbano. Es evidente la escasa instrumentación de las disposiciones de zonificación y otras. Los planes reguladores podrían constituir un verdadero instrumento de planeación territorial si se suplieran las carencias descritas en el diagnóstico y se observaran las disposiciones legales. De prevalecer la situación actual, el marco de los planes reguladores no pasa de ser un intento de ordenar el desarrollo urbano de forma fragmentada, con sus consecuentes repercusiones negativas para la sociedad, la economía y el ambiente.

Los objetivos del Plan Regulador no han sido del todo congruentes, tanto con los objetivos y disposiciones de planeación y programación, como con las leyes y reglamentos inherentes a éste. De esta manera, los objetivos se han mantenido muy lejos de los principios que fundamentan el plan mismo: bienestar colectivo, justicia social, crecimiento armónico, distribución equitativa de la infraestructura y del equipamiento, protección civil, explotación racional de los recursos y protección del medio ambiente. Los planes reguladores son estáticos y no han logrado ordenar y regular el desarrollo de las principales ciudades y de los restantes centros de población (Villa, Barrios y Poblados). De la misma manera, la zonificación no pareciera encausar objetivamente el ordenamiento territorial urbano y rural de los centros de población en función de la aptitud del medio físico natural, de las demandas de la población y de la potencialidad en recursos naturales e infraestructura.

En síntesis, la ausencia generalizada de programación, particularmente la inexistencia de programas de inversión concretos, pone en duda todas las iniciativas de zonificación u otras propuestas que se presentan. No hay manera de medir, o al menos de determinar las metas de calidad o los resultados esperados para cumplir con los objetivos de los Planes Reguladores. Tampoco existe información que facilite el conjunto de los programas urbanos y especiales que se desarrollarán en el corto, mediano y largo plazos, indicando programas, subprogramas, líneas de acción, prioridades y metas de resultado, etapas de realización, estimación e identificación de recursos, estructura financiera, participantes, corresponsabilidades y vertientes de instrumentación.

6.2. Descripción física de la subregión de Heredia

6.2.1. Aspectos Físicos

Ubicación

Las coordenadas geográficas medidas de la provincia de Heredia, están dadas por 09° 59' 23" latitud norte y 84° 09' 16" longitud oeste.

Formaciones geológicas

Está constituido geológicamente por rocas de origen volcánico, tales como lavas, tobas y piroclastos del Holoceno, período Cuaternario.

Análisis Geomorfológico

La parte sur de la provincia Heredia, forma parte de la unidad de origen volcánico representada por el Relleno Volcánico de la depresión tectónica central, la cual corresponde a un relieve plano ondulado. Esta unidad está formada, en superficie, por rocas volcánicas, principalmente lavas, tobas e ignimbritas cubiertas por ceniza en un espesor variable. La secuencia de lavas descansa sobre roca sedimentaria, las lavas son del tipo andesítico. Geomorfológicamente, esta unidad forma parte de la fosa tectónica central, conocida popularmente como Valle Central, debido a efectos políticos, socio-económicos y todo tipo de referencia. Esta fosa corresponde a una falla a todo lo largo del pie de la Sierra Volcánica Central, la cual está evidenciada por la existencia de fuentes termominerales; así como la interrupción brusca y alineada por la supuesta falla de las

estribaciones que bajan de la mencionada sierra hacia el valle; lo mismo que por la presencia de un vulcanismo sin explicación aparente (Formación Pacacua), en correspondencia con la posición de la falla o cerca de ella.

Relieve

Presenta relieves con pendientes pronunciadas en el entorno de los cauces de ríos y quebradas, con pendientes mayores al 30%, mientras que en las riberas presenta pendientes superiores al 60%. En el resto del territorio, el relieve es moderado con pendientes del 15-30%. Estas características hacen que el territorio se encuentre sometido a importantes procesos de erosión y sedimentación, especialmente en las proximidades de los cauces

Precipitación

Se registra un promedio anual de lluvias de 2395mm, concentrándose en los meses de septiembre y octubre con 412.4 mm y 428.1 mm, estos como los más lluviosos aportando 17% y 17.9% respectivamente de la precipitación promedio anual. Los meses dentro del período seco registran promedios de lluvias desde los 20mm y hasta los 100 mm aproximadamente, sin embargo se registran años cuya precipitación para esta época es cercana a los 0.0 mm.

Temperatura

La temperatura media mensual presenta poca variación de un mes a otro, oscilando entre los 20 y 24.5 grados Celsius, donde se destacan los meses de abril y mayo como los más calientes, con temperaturas medias de 26.3 y 27.0 grados, respectivamente; si ocurre una apreciable oscilación aproximada de (10°C) en cualquier mes entre la temperatura máxima y la mínima del día. La máxima promedio mensual es de 25.5 °C, la mínima promedio mensual es de 15.2 °C y la media promedio es de 20.2 °C.

Humedad Relativa

Generalmente, en promedio, a lo largo del año en los cantones de la región de Heredia, presentan una humedad del 80%, en donde el mes más seco, que es febrero, se puede llegar a registrar valores de hasta un 60% y hasta un 90% en los meses más húmedos y lluviosos como lo son septiembre y octubre.

Análisis Hidrográfico e Hidrológico

Cuencas hidrográficas dentro del área de estudio y su clasificación del drenaje.

El sistema fluvial corresponde a la vertiente del Pacífico, el cual pertenece a la cuenca del Río Grande de Tárcos. Los ríos que drenan el área son el Virilla, Bermúdez (con sus afluentes el río Pirro y la Quebrada Guaria), así como el río Burío, con su tributario Quebrada Seca, otros cuerpos de agua presentes: el río Segundo, Tibás, Río Macarrón, Río Potrerillos, Río Zanjón, Río Paracito, Río Pará, Río Ciruelas, entre otros

7. Marco legal

Constitución Política de Costa Rica.

Artículo 50.- El Estado procurará el mayor bienestar a todos los habitantes del país, organizando y estimulando la producción y el más adecuado reparto de la riqueza. Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por ello, está legitimada para denunciar los actos que infrinjan ese derecho y para reclamar la reparación del daño causado. El Estado garantizará, defenderá y preservará ese derecho. La Ley determinará las responsabilidades y las sanciones correspondientes.

Ley de Planificación Urbana N°4240.

Artículo 51.- El reglamento de renovación urbana contendrá las regulaciones que localmente se adopten para conservar, rehabilitar o remodelar las áreas urbanas defectuosas, deterioradas o en decadencia, tomando en cuenta la inconveniente parcelación o edificación, la carencia de servicios y facilidades comunales, o cualquier otra condición adversa a la seguridad, salubridad y bienestar generales.

Artículo 52.- Las zonas a mejorar indicadas anteriormente, serán incluidas en el mapa de zonificación, tan luego la municipalidad interesada en corregir sus deficiencias apruebe formalmente el correspondiente programa de renovación. Desde entonces, y por el término de cinco años, pesarán sobre esas áreas restricciones para fraccionar o construir, en tanto no sean subsanadas sus deficiencias. Vencido dicho plazo, quedará por el mismo hecho insubsistente cualquier restricción debida al remodelamiento predial, y los permisos de construcción se ajustarán a los requisitos comunes.

Ley Orgánica del Ambiente N°7554.

Artículo 1.- La presente ley procurará dotar, a los costarricenses y al Estado, de los instrumentos necesarios para conseguir un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. El Estado, mediante la aplicación de esta ley, defenderá y preservará ese derecho, en busca de un mayor bienestar para todos los habitantes de la nación. Se define como ambiente el sistema constituido por los diferentes elementos naturales que lo integran y sus interacciones e interrelaciones con el ser humano.

Artículo 46.- El Estado ejercerá la soberanía sobre la diversidad biológica, como parte de su patrimonio natural. Son de interés público las actividades destinadas a conservar, mejorar y, en lo posible, a recuperar la diversidad biológica del territorio nacional; también las dirigidas a asegurar su uso sostenible.

Artículo 51.- Criterios. Para la conservación y el uso sostenible del agua, deben aplicarse, entre otros, los siguientes criterios:

a) Proteger, conservar y, en lo posible, recuperar los ecosistemas acuáticos y los elementos que intervienen en el ciclo hidrológico.

b) Proteger los ecosistemas que permiten regular el régimen hídrico.

c) Mantener el equilibrio del sistema agua, protegiendo cada uno de los componentes de las cuencas hidrográficas.

Artículo 67.- Las personas, físicas o jurídicas, públicas o privadas estarán obligadas a adoptar las medidas adecuadas para impedir o minimizar la contaminación o el deterioro sanitario de las cuencas hidrográficas, según la clasificación de uso actual y potencial de las aguas.

Artículo 72.- La autoridad competente promoverá que los sectores públicos y privados participen en la conservación del paisaje. Cuando para realizar una obra se necesite afectarlo, el paisaje resultante deberá ser, por lo menos, de calidad igual que el anterior.

Ley Forestal N°7575.

Artículo 33.- Se declaran áreas de protección las siguientes:

a) Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de cien metros medidos de modo horizontal.

b) Una de quince metros en zona rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado.

c) Una zona de cincuenta metros medida horizontalmente en las riberas de los lagos y embalses naturales y en los lagos o embalses artificiales construidos por el estado y sus instituciones. Se exceptúan los lagos y embalses artificiales privados.

d) Las y los acuíferos de los manantiales, cuyos límites serán determinados por los órganos competentes establecidos en el reglamento de esta ley.

Artículo 34.- Se prohíbe la corta o eliminación de árboles en las áreas de protección descritas en el artículo anterior, excepto en proyectos declarados por el poder ejecutivo como de conveniencia nacional. Los alineamientos que deban tramitarse en relación con estas áreas, serán realizados por el INVU y el peritaje está a cargo del MINAE.

Artículo 58.- Penas. Se impondrá prisión de tres meses a tres años a quien: a) Invada un área de conservación o protección, cualquiera que sea su categoría de manejo, u otras áreas de bosque..., b) Los autores o partícipes del acto no tendrán derecho a indemnización alguna por cualquier construcción u obra que se hayan realizado en los terrenos invadidos, c)...Se le concede acción de representación a la Procuraduría General de la República, para que establezca la acción civil resarcitoria sobre el daño ecológico ocasionado al patrimonio natural del Estado. Para estos efectos, los funcionarios de la Administración Forestal del Estado podrán actuar como peritos evaluadores.

Reglamento a la Ley Forestal.

Artículo 2.- Terrenos quebrados: Son aquellos que tienen una pendiente promedio superior al cuarenta por ciento.

Ley de Aguas N°276.

Artículo 1.- Son aguas del dominio público: ... las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, arroyos o manantiales desde el punto en que broten las primeras aguas permanentes hasta su desembocadura en el mar o lagos, lagunas o esteros...

Artículo 31.- Se declaran como reserva de dominio a favor de la Nación:

- a) Las tierras que circunden los sitios de captación o tomas surtidoras de agua potable, en un perímetro no menor de doscientos metros de radio;
- b) La zona forestal que protege o debe proteger el conjunto de terrenos en que se produce la infiltración de aguas potables, así como el de los que dan asiento a cuencas hidrográficas y márgenes de depósito, fuentes surtidoras o curso permanente de las mismas aguas.

Artículo 32.- Cuando en un área mayor de la anteriormente señalada exista peligro de contaminación ya sea en las aguas superficiales o en las subterráneas, el Poder Ejecutivo, por medio de la Sección de Aguas Potables a que alude el artículo siguiente, dispondrá en el área dicha las medidas que juzgue oportunas para evitar el peligro de contaminación.

Artículo 145.- Para evitar la disminución de las aguas producida por la tala de bosques, todas las autoridades de la república procurarán, por los medios que tengan a su alcance, el estricto cumplimiento de las disposiciones legales referentes a la conservación de los árboles, especialmente los de las orillas de los ríos y los que se encuentren en los nacimientos de aguas.

Artículo 146.- Es prohibido destruir en los bosques nacionales los árboles que estén situados en las pendientes, orillas de las carreteras y demás vías de comunicación, lo mismo que los árboles que puedan explotarse sin necesidad de cortarlos, como el hulero, el chicle, el liquidámbar, el bálsamo y otros similares.

Artículo 148.- Los propietarios de terrenos atravesados por ríos, arroyos, o aquellos en los cuales existan manantiales, en cuyas vegas o contornos hayan sido destruidos los bosques que les servían de abrigo, están obligados a sembrar árboles en las márgenes de los mismos ríos, arroyos o manantiales, a una distancia no mayor de cinco metros de las expresadas aguas, en todo el trayecto y su curso, comprendido en la respectiva propiedad.

Artículo 150.- Se prohíbe destruir, tanto en los bosques nacionales como en los terrenos particulares, los árboles situados a menos de 5m de los ríos o arroyos que discurren por sus predios.

Artículo 151.- La infracción a lo dispuesto en los artículos anteriores obliga al infractor a reponer los árboles destruidos y lo sujeta a la pena que se determina en el artículo 165 del capítulo siguiente. Además, la infracción

será causa suficiente para que pueda procederse a la expropiación de las fajas de terreno en los anchos expresados en el artículo anterior, o a uno y otro lado del curso del río o arroyo, en toda su extensión.

Artículo 159.- Los gobernadores, jefes políticos, agentes de policía y demás autoridades del mismo ramo deberán exigir, en sus respectivas circunscripciones, el estricto cumplimiento de lo establecido en esta ley.

Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317.

Modificación 8689 de la Ley de Conservación de la Vida Silvestre N°7317.

Artículo 90.- Será sancionado con pena de multa de 1 a 3 salarios base o pena de prisión de 2 a 4 meses,... quien extraiga o destruya... las plantas o sus productos en áreas oficiales de protección o en áreas privadas debidamente autorizadas.

Ley de Biodiversidad N°7788.

Artículo 8.- Función ambiental de la propiedad inmueble. Como parte de la función económica y social, las propiedades inmuebles deben cumplir con una función ambiental.

Artículo 11.- Son criterios para aplicar esta ley:

a) Criterio preventivo: se reconoce que es de vital importancia anticipar, prevenir y atacar las causas de la pérdida de la biodiversidad o sus amenazas.

b) Criterio precautorio o in dubio pro natura: cuando exista peligro o amenaza de daños graves o inminentes a los elementos de la biodiversidad y al conocimiento asociado con estos, la ausencia de certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces de protección.

c) Criterio de interés público ambiental: el uso de los elementos de la biodiversidad deberá garantizar las opciones de desarrollo de las futuras generaciones, la seguridad alimentaria, la conservación de los ecosistemas, la protección de la salud humana y el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos.

d) Criterio de integración: la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad deberán incorporarse a los planes, los programas, las actividades y estrategias sectoriales e intersectoriales, para los efectos de que se integren al proceso de desarrollo.

Artículo 45. - El estado tiene la obligación de evitar cualquier riesgo o peligro que amenace la permanencia de los ecosistemas. También deberá prevenir, mitigar o restaurar los daños ambientales que amenacen la vida o deterioren su calidad.

Artículo 54.- Cuando exista daño ambiental en un ecosistema, el estado podrá tomar medidas para restaurarlo, recuperarlo y rehabilitarlo. Para ello, podrá suscribir todo tipo de contratos con instituciones de educación superior, privada o pública, empresas e instituciones científicas, nacionales o internacionales, con el fin de

restaurar los elementos de la biodiversidad dañados. En áreas protegidas de propiedad estatal, esta decisión deberá provenir del Sistema Nacional de Áreas de Conservación del Ministerio del Ambiente y Energía.

Ley General de Salud N°5395

Artículo 1-. La salud de la población es un bien de interés público tutelado por el Estado.

Artículo 9-. Toda persona debe velar por el mejoramiento, la conservación y la recuperación de su salud personal y la salud de los miembros de su hogar, evitando acciones y omisiones perjudiciales y cumpliendo las instrucciones técnicas y las normas obligatorias que dicten las autoridades competentes.

Ley General Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo N°8488

Artículo 1.- Objeto -La presente Ley regulará las acciones ordinarias, establecidas en su artículo 14, las cuales el Estado costarricense deberá desarrollar para reducir las causas de las pérdidas de vidas y las consecuencias sociales, económicas y ambientales, inducidas por los factores de riesgo de origen natural y antrópico; así como la actividad extraordinaria que el Estado deberá efectuar en casos de estado de emergencia, para lo cual se aplicará un régimen de excepción.

Artículo 3.- Principios -Para aplicar esta Ley, se tomarán en consideración los siguientes principios fundamentales en esta materia:

Solidaridad: Responsabilidad de las instituciones del Estado de realizar esfuerzos comunes para proteger la vida, la integridad física y el patrimonio de todos los costarricenses, considerando prioritaria la atención de las necesidades de los más vulnerables bajo los preceptos de equidad y razón.

Integralidad del proceso de gestión: La gestión del riesgo se basa en un abordaje integrado, en el cual se articulan los órganos, las estructuras, los métodos, los procedimientos y los recursos de la Administración central, la administración descentralizada, las empresas públicas y los gobiernos locales, procurando la participación del sector privado y de la sociedad civil organizada.

Coordinación: Principio de acción para hacer confluir hacia un mismo fin competencias diversas de diferentes actores. Permite reconocer la autonomía e independencia de cada uno de ellos; pero, a la vez, direcciona en forma concertada y sistémica hacia propósitos comunes.

Protección de la vida: Quienes se encuentran en el territorio nacional deben ser protegidos en su vida, su integridad física, sus bienes y el ambiente, frente a los desastres o sucesos peligrosos que puedan ocurrir.

Prevención: Acción anticipada para procurar reducir la vulnerabilidad, así como las medidas tomadas para evitar o mitigar los impactos de eventos peligrosos o desastres; por su misma condición, estas acciones o medidas son de interés público y de cumplimiento obligatorio.

Voto Garabito sobre el Río Tárcoles, Resolución N°2007-05894.

En la cuenca del Río Grande de Tárcoles se concentra aproximadamente el 60% de toda la población del país, alberga cerca del 85% de las industrias, del comercio, de los servicios y circulan por este territorio el 80% del

servicio de transporte público, siendo que todos estos elementos confluyen en 2169km² con 36 municipios que apenas representa un 4% del territorio nacional.

En este pequeño territorio ha entrado en un progresivo deterioro ambiental en perjuicio no solo de la sostenibilidad de los recursos naturales en ella presentes, sino, además de la calidad de vida de sus pobladores y de las futuras generaciones, siendo el crecimiento poblacional acelerado, la expansión urbana desordenada en zonas de recarga acuífera que genera la contaminación de aguas subterráneas y superficiales, la utilización de los ríos como solución parcial para la disposición de los desechos líquidos y sólidos producto de la actividad doméstica, industrial y agrícola, la pérdida de suelos, el mal manejo de los desechos líquidos y sólidos, la deforestación y la pérdida de cobertura vegetal, los principales problemas que confrontan a diario los habitantes de esa cuenca.

El derecho a la salud, tanto física como mental, no puede hacerse efectivo sin un ambiente libre de contaminación. En este sentido, el estado costarricense cumple un papel fundamental de garante en la protección al ambiente sano; obligación que deviene de la propia constitución política y de los instrumentos internacionales suscritos por el país. Así, el Estado no solamente debe tomar las medidas preventivas para impedir cualquier tipo de contaminación sino que además debe adoptar cualquier acción tendiente a restituir estos derechos.

Se ordena al MINAE, MinSa, al Ministro de la Presidencia, al Gerente del AyA, al Presidente Ejecutivo de la CCSS, y a los Alcaldes Municipales de los 36 cantones, que adopten las acciones necesarias para eliminar de manera integral los focos de contaminación que existen a lo largo de la cuenca del Río Grande de Tárcoles y se tomen medidas para iniciar el proceso de reparación del daño ambiental ocasionado en esa cuenca, en la medida en que ello fuere posible, para lo cual deberán realizar la coordinación que el caso amerite tendiente a solucionar integralmente el problema objeto de este amparo y que ha originado su estimatoria.

Decreto N°32967-MINAE Manual de Instrumentos Técnicos para el proceso de EIA: Procedimiento Técnico para la Introducción de la Variable Ambiental en los Planes Reguladores u otra Planificación de Uso del Suelo.

Artículo 1-. En toda planificación de uso de suelo que se desarrolle en el país, incluyendo los planes reguladores cantonales o locales, públicos o privados, en los que se planifique el desarrollo de actividades, obras o proyectos que pudiesen generar efectos en el ambiente, deberá integrarse la variable ambiental de acuerdo con el Procedimiento para la Introducción de la Variable Ambiental en los Planes Reguladores u otra Planificación de uso del suelo que se establece en el Anexo 1 del Decreto.

Decreto ejecutivo N°31849-MINAE-SALUD-MOPT-MAG-MEIC, Reglamento General sobre los procedimientos de EIA, del 28 de junio del 2004.

Listado de Áreas Ambientalmente Frágiles

...Que deben cumplir con la Evaluación Ambiental, a través del Documento de Evaluación D1: Parques Nacionales, Refugios de Vida Silvestre, Humedales, Reservas Biológicas, Reservas Forestales, Zonas Protectoras, Monumentos naturales, Cuerpos de agua naturales superficiales permanentes (espejos de agua), Áreas de protección de cursos de agua, cuerpos de agua naturales y nacientes, de acuerdo a la Ley Forestal, Zona marítimo-terrestre, Áreas con cobertura boscosa natural, Áreas de recarga acuífera definidas por las autoridades competentes, Áreas donde existen recursos arquitectónicos, arqueológicos, científicos o culturales, Áreas consideradas de alta a muy alta susceptibilidad a las amenazas naturales.

Informe N° DFOE-AE-IF-14-2014, 10 de diciembre del 2014, Informe de la Auditoría de carácter especial acerca del cumplimiento de las obligaciones establecidas en la normativa para el resguardo de las áreas de protección de los ríos ubicados en la Gran Área Metropolitana.

Disposiciones:

4.1. De conformidad con las competencias asignadas en los artículos 183 y 184 de la Constitución Política, los artículos 12 y 21 de la Ley Orgánica de la Contraloría General de la República, nro. 7428, y el artículo 12 inciso c) de la Ley General de Control Interno, se emiten las siguientes disposiciones de acatamiento obligatorio, las cuales, deberán ser cumplidas dentro del plazo (o en el término) conferido para ello, por lo que su incumplimiento no justificado constituye causal de responsabilidad.

4.2. El Órgano Contralor se reserva la posibilidad de verificar la efectiva implementación de las disposiciones emitidas, así como, de valorar el establecimiento de las responsabilidades que correspondan, en caso de incumplimiento injustificado de tales disposiciones.

AL DR. EDGAR E. GUTIÉRREZ ESPELETA, MINISTRO DEL AMBIENTE Y ENERGÍA O A QUIEN EN SU LUGAR OCUPE EL CARGO

4.3. Emitir la política nacional para la recuperación de la cobertura arbórea y resguardo de las áreas de protección de los ríos, establecidas en el artículo 33 de la Ley Forestal, que permita guiar al Sistema Nacional de Áreas de Conservación cuanto a las prioridades del Ministerio de Ambiente y Energía en la materia. Remitir a la Contraloría General una certificación que acredite la emisión de la política, a más tardar el 30 de setiembre de 2015. Ver párrafos del 2.39 al 2.44 de este informe.

Coordinar las acciones que permitan al Sistema Nacional de Áreas de Conservación, el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo y las municipalidades del Gran Área Metropolitana, elaborar y aprobar la estrategia para la recuperación de la cobertura arbórea y el resguardo de las áreas de protección de los ríos ubicados en la Gran Área Metropolitana; ello, de conformidad con las funciones de rectoría que le asignan el artículo 5 de la Ley Forestal y el artículo 5 del Decreto ejecutivo nro. 38536-MD-Plan Publicado en La Gaceta nro. 159 del 20 de agosto de 2014. Remitir a la Contraloría General de la República informes de avance en el cumplimiento de esta disposición el 30 de abril y 30 de noviembre de 2015, el y 29 de abril de 2016. Ver párrafos del 2.1 al 2.16 de este informe.

AL DR. JULIO JURADO FERNÁNDEZ, DIRECTOR EJECUTIVO DEL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN, A LA ARQ. SONIA MONTERO DÍAZ, PRESIDENTA EJECUTIVA DEL INSTITUTO NACIONAL DE VIVIENDA Y URBANISMO O A QUIEN EN SU LUGAR OCUPE EL CARGO Y A LOS SEÑORES ALCALDES DE LAS MUNICIPALIDADES DE LA GAM

4.5. Elaborar en forma conjunta la propuesta de estrategia para la recuperación de la cobertura arbórea y el resguardo de las áreas de protección de los ríos, y someterla a la aprobación del Consejo Nacional de Áreas de Conservación, Junta Directiva del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, y de los Concejos Municipales respectivos. Corresponderá al Sistema Nacional de Áreas de Conservación remitir a la Contraloría General: a) Copia de los oficios mediante los cuales se remite la propuesta de estrategia para su aprobación, a más tardar el 31 de julio de 2015, b) Copia de los acuerdos del Consejo Nacional de Áreas de Conservación, la Junta Directiva del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo y los Concejos Municipales de la Gran Área Metropolitana aprobando la estrategia de cita, en cumplimiento de la disposición contenida en el párrafo 4.7 de este informe, a más tardar el 29 de febrero de 2016. Ver párrafos del 2.1 al 2.16 de este informe.

4.6. Implementar en forma conjunta la estrategia para la recuperación de la cobertura arbórea y el resguardo de las áreas de protección de los ríos ubicados en la Gran Área Metropolitana, a que refiere la disposición contenida en el párrafo 4.7 de este informe. Corresponderá al Sistema Nacional de Áreas de Conservación remitir a la Contraloría General informes de avance de la implementación conjunta de dicha estrategia, el 31 de octubre de 2016 y el 15 de marzo de 2017. Ver párrafos del 2.1 al 2.16 de este informe.

AL CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN, A LA JUNTA DIRECTIVA DEL INVU Y A LOS CONCEJOS MUNICIPALES DE LAS MUNICIPALIDADES DE LA GRAN ÁREA METROPOLITANA

4.7. Resolver acerca de la propuesta de estrategia para la recuperación de la cobertura arbórea y el resguardo de las áreas de protección de los ríos ubicados en la Gran Área Metropolitana, que le someta a conocimiento, según corresponda, el Director Ejecutivo del Sistema Nacional de Áreas de Conservación, la Presidente Ejecutiva del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo y el Alcalde respectivo.

Remitir al Sistema Nacional de Áreas de Conservación copia del acuerdo que resuelva sobre el particular, a más tardar dos meses a partir de la fecha en la cual les sea remitida la propuesta de estrategia. Ver párrafos del 2.1 al 2.16 de este informe.

AL DR. IVÁN BRENES REYES, PRESIDENTE EJECUTIVO DE LA COMISIÓN NACIONAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS O A QUIEN EN SU LUGAR OCUPE EL CARGO

4.8. Establecer e implementar medidas que permitan notificar a las instituciones del Estado, todos los informes técnicos de vulnerabilidad en los cuales la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias les gira recomendaciones. Ello, en cumplimiento del inciso c) artículo 14 de la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo. Remitir al Órgano Contralor la certificación que haga constar el establecimiento e implementación de las medidas adoptadas, a más tardar el 31 de marzo de 2015. Ver párrafos del 2.17 al 2.29 de este informe.

4.9. Dar seguimiento a las acciones realizadas por las instituciones del Estado a las cuales esa Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, gira recomendaciones mediante los informes técnicos de vulnerabilidad. Esto de conformidad con las competencias otorgadas en el artículo 14 inciso d) de la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo, y lo acotado en los votos nros. 16389-2010 y 1671-2009 de la Sala Constitucional. Remitir a la Contraloría General informes de avance en el cumplimiento de lo

dispuesto el 30 de marzo de 2015, así como, el 28 de agosto y 15 de diciembre 2015, y el 31 de mayo de 2016. Ver párrafos del 2.17 al 2.29 de este informe.

A LA ARQ. SONIA MONTERO DÍAZ, PRESIDENTA EJECUTIVA DEL INSTITUTO NACIONAL DE VIVIENDA Y URBANISMO O A QUIEN EN SU LUGAR OCUPE EL CARGO

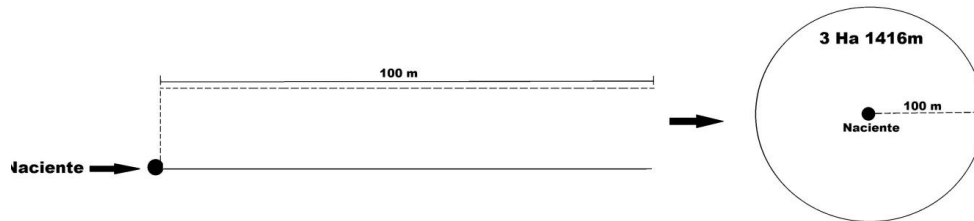
4.10. Establecer e implementar acciones que permitan la precisión de los alineamientos que emite la Dirección de Urbanismo, relativos a las áreas de protección de los ríos. Estas acciones incluirán la actualización de la cartografía y las capacidades tecnológicas que brinden mayor eficacia y eficiencia al ejercicio de las competencias otorgadas al Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo en el artículo 34 de la Ley Forestal, y reiteradas en el dictamen C-042-99 de la Procuraduría General de la República. Remitir a la Contraloría General certificación que acredite el establecimiento e implementación de las acciones adoptadas, a más tardar el 2 de marzo de 2015, e informes de avance en la implementación de las acciones el 30 de noviembre de 2015 y 31 de marzo de 2016. Ver párrafos del 2.30 al 2.38 de este informe.

8. Descripción de los escenarios

1. Escenario I: Áreas de protección de nacientes permanentes:

Extracto de la Ley N°7575: "...Las áreas que bordeen nacientes permanentes, definidas en un radio de 100m medidos de modo horizontal, tanto en terreno plano como en terreno con pendiente".

Figura 1. Áreas de protección de nacientes.
Áreas de protección de nacientes permanentes



Este es uno de los escenarios más vulnerables, ya que muchas nacientes en el país pueden pasar desapercibidas o no identificarse como tales.

Los manantiales tienen una relación muy importante con los procesos de precipitación-infiltración y tienden a disminuir su caudal en épocas de poca precipitación. Es donde se definen dos conceptos importantes, a mencionar: nacientes permanentes e intermitentes. Las primeras son aquellas que presentan un caudal todo el año, con aumentos y disminuciones propias de los efectos estacionales. Las segundas, son aquellas que se secan de forma natural durante los meses de menor precipitación, generalmente entre diciembre y abril. Entonces, es importante tomar en cuenta que, a la hora de delimitar la zona de retiro de una naciente, se debe realizar en el momento en que esta presenta el mayor caudal.

Además cabe aclarar que, la Ley Forestal N°7575 define el área de protección de una naciente permanente, con 100m de radio y si está captada para consumo humano, la Ley de Aguas N°276 pide un retiro de 200m, dentro de ese radio de protección, solamente se deben llevar a cabo actividades de conservación. Para este escenario se debe tener precaución con las sustancias y herramientas que se vayan a utilizar para evitar la contaminación de nacientes por infiltración.

La selección de especies arbóreas para rehabilitar este tipo de escenario es más abierta, o menos restringida. Si la naciente se encuentra en un terreno plano, se podrán seleccionar árboles de porte alto, con un gran desarrollo de fuste, con raíces superficiales o profundas, ya que este individuo tendrá al menos 100m para extenderse sin riesgo de afectar infraestructura.

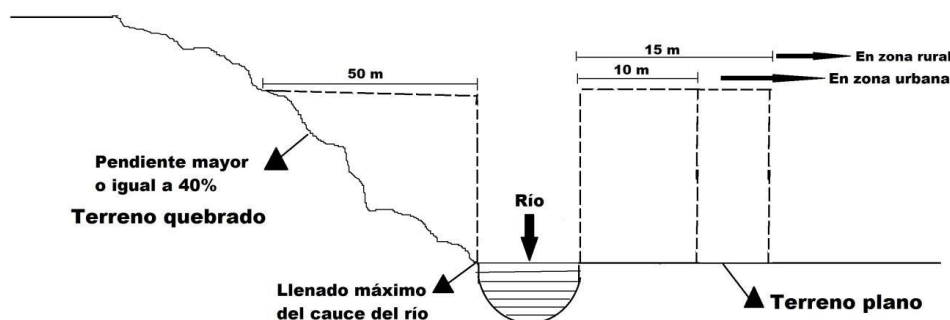
En este tipo de escenario se puede aprovechar para escoger árboles escasos o en peligro de extinción, con frutos para fauna y con amplia copa como: los higuerones (*Ficus costaricana*, y *Ficus jimenezii*), roble de sabana (*Tabebuia rosea*), cedro amargo (*Cedrela odorata*), cirrí colorado (*Mauria heterophylla*), sotacaballo (*Zygia longifolia*), yos (*Sapium glandulosum*), espavel (*Anacardium excelsum*), entre otros. Cuando la naciente se encuentra en terreno con pendiente, se deberán seleccionar árboles de porte pequeño a mediano, en donde el peso de adulto no vaya a provocar caídas o inestabilidad del terreno como: *targuá* (*Croton draco*), *madero negro* (*Gliricidia sepium*), *guachipelín* (*Diphysa americana*), *guarumo*

(*Cecropia obtusifolia*), uruca (*Trichilia havanensis*), murta (*Myrcianthes fragans*), pacaya (*Chamaedorea costaricana*), lorito (*Cojoba arborea*), entre otros (Anexo 1).

2. Escenario II: Áreas de protección de cuerpos de agua superficial de dominio público en zona urbana o rural.

Extracto de la Ley N°7575: "...Una franja de 15m en zona rural y 10m en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las riberas de los ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano".

Figura 2. Áreas de protección de cuerpos de agua de dominio público



El área de protección debe respetarse a ambos lados del cuerpo de agua

Este es el escenario con menor área de retiro, 10m para zonas urbanas y 15m para zonas rurales, sin embargo deberá aprovecharse al máximo el espacio disponible para establecer un bosque ribereño tan importante para la conservación de los cuerpos de agua y como un atractivo para la fauna silvestre. Se recomienda que en este escenario se conserven los árboles y arbustos aislados producto de la regeneración natural que en conjunto con los árboles y arbustos que se plantarán, permitirán iniciar el proceso de rehabilitación.

Como el porte máximo de los individuos a plantar ha de ser inferior a los 10 m, se recomiendan para este escenario árboles de porte pequeño, y preferiblemente con un buen atractivo, ya sea en flores y/o frutos que den un valor agregado al lugar, por ser esta una franja de retiro pequeña, entre ellos se recomienda: pavoncillo (*Justicia aurea*), coralillo (*Hamelia patens*), Papaturro (*Coccoloba caracasana*), uruca (*Trichilia havanensis*), dama (*Citharexylum donnellsmithii*), murta (*Myrcia spendens*), guitite (*Acnistus arborescens*), entre otros (Anexo 1).

3. Escenario III: Áreas de protección de cuerpos de agua superficiales de dominio público en zona urbana o rural con terreno quebrado (pendiente mayor o igual al 40%).

Extracto de la Ley N°7575: "...y una franja de 50m horizontales, si el terreno es quebrado (con una pendiente mayor o igual al 40%)"

Figura N°3. Áreas de protección de cuerpos de agua de dominio público >40%



Este escenario en algunas ocasiones pueden estar conformado por una franja de bosque ribereño en la margen del río, sin embargo, se pueden encontrar zonas en donde la orilla del cauce está totalmente desprovista de vegetación, siendo una zona completamente vulnerable al deslave y erosión del terreno, con posteriores derrumbes y afectación de lo que se encuentre pendiente abajo.

Algunas especies que se pueden seleccionar para este escenario, por su capacidad para sujetar terrenos son: indio desnudo (*Bursera simaruba*), madero negro (*Gliricidia sepium*), guarumo (*Cecropia obtusifolia*), guabas (*Inga punctata*-*Inga oerstediana*), sotacaballo (*Zygia longifolia*), copey (*Clusia rosea*), higuito (*Ficus pertusa*), entre otros (Anexo 1).

4. Escenario IV: Áreas verdes urbanas

Este escenario corresponde a los parques municipales, 10% del área pública que ceden las urbanizaciones y los derechos de vías, y cualquier otro.

Actualmente, la principal problemática en estos sitios, es la tendencia a plantar especies exóticas o no aptas para la zona, además con distribuciones poco adecuadas para su crecimiento adecuado, por lo que pueden afectar tanto la infraestructura que los rodea como la fauna existente.

Dada la importancia de estos sitios por estar inmersos en las ciudades, se recomiendan especies que produzcan floración atractiva, frutos para la atracción de aves y arbustos para la atracción de mariposas, tomando como punto de partida, que se les debe ubicar en sitios adecuados donde en el futuro no dañen la infraestructura como aceras o carreteras. Se recomienda: acerola (*Malpighia glabra*), uruca (*Trichilia havanensis*), dama (*Citrahrexyllum donnellsmithii*), tucuico (*Ardisia revoluta*), cortez amarillo (*Tabebuia*

ochracea), cas (*Psidium friedrichsthalianum*), guayabo de montaña (*Posoqueria latifolia*), entre otras. Como estos sitios ocupan color eventualmente se pueden ubicar algunas especies exóticas importantes como ixora (*Ixora coccinea*), san juan (*Brunfelsia pauciflora*), Heliconia (*Heliconia rostrata*) y *Mussaenda erythrophylla*, entre otras.

5. Escenario V: Áreas de Protección de Humedales Lacustres

Este escenario corresponde a la identificación de ecosistemas, que se deben proteger alrededor de las zonas aledañas a la tabla de agua, corresponde a un área de 50m.

Actualmente, la principal problemática en estos sitios, es que en la provincia de Heredia no se encuentran identificados, por lo que muchos han desaparecido, por ello se debe generar un inventario, diferenciándolos de los humedales palustres que no poseen área de protección.

Dada la importancia de estos sitios, los cuales pueden llegar a ser declarados humedales Ramsar, y que se pueden encontrar a distintas alturas, se recomiendan estudios específicos que mencionen la ubicación, altura y tipo de suelo, aplicándose para la selección de especies un cruce entre las zonas de vida y la tabla de especies que se encuentran con el anexo 1 de este instrumento; puntualizando el árbol más recomendado que permita darle vida al ecosistema o que mantenga su fin conservacionista.

Figura N°4. Humedal Cerro Redondo, Monte de la Cruz, San Rafael de Heredia



6. Protección de cuerpos de agua artificiales o de origen antrópico (acequias).

En este caso el escenario hace referencia específicamente a las acequias, debido a que dentro de la legislación vigente a nivel país, no existen retiros establecidos o áreas de protección para estos cuerpos de agua, sin embargo, se consideran pertinente incluirlos en este protocolo y recomendar la reforestación en los márgenes, como medida para la prevención de incidentes, con el fin de evitar que la población construya cerca de estos y evitar problemas de inundación u otros.

Se recomienda utilizar especies de porte pequeño, ojalá siempreverdes, incluso que produzcan frutos para la fauna silvestre, entre ellas guayaba (*Pisidium guajava*), acerola (*Malpighia glabra*), tucuico (*Ardisia revoluta*), guitite (*Acnistus arborescens*), Coralillo (*Hamelia patens*), jorco (*Garcinia intermedia*), entre otras.

9. Consideraciones iniciales en los escenarios.

De previo a iniciar cualquier acción en las áreas de protección, es necesario tomar en cuenta una serie de aspectos fundamentales, los cuales determinan el tipo de actividades a desarrollar en sitio, así como las especies adecuadas y necesarias, entre las variables están:

Condición del terreno: en las áreas de protección en el territorio de la provincia de Heredia, que está inmerso dentro de la GAM, se pueden identificar diversas situaciones, que a la vez generan alteraciones de las condiciones naturales del terreno, como es el caso de los procesos de invasión o uso no conforme con lo estipulado y permitido en estos sitios, según la legislación nacional. Señalado en el Informe de la Contraloría General de la República N° DFOE-AE-IF-14-2014, del 10 de diciembre del año 2014, Informe de la Auditoría de carácter especial acerca del cumplimiento de las obligaciones establecidas en la normativa para el resguardo de las áreas de protección de los ríos ubicados en la Gran Área Metropolitana.

Las condiciones típicas que se pueden observar actualmente son:

1. **Terrenos utilizados como escombreras ilegales:** principalmente utilizados para depositar suelo y material vegetal proveniente de proyectos constructivos, por lo que el terreno se encuentra inestable y desprovisto de vegetación.
 2. **Terrenos utilizados para depositar residuos sólidos:** estos se encuentran cubiertos por diferentes materiales, ubicados principalmente cerca de centros urbanos.
 3. **Terrenos invadidos por el crecimiento urbano ilegal:** en estos terrenos se pueden identificar desde asentamientos informales (precarios), hasta desarrollos urbanísticos de una clase social con un poder adquisitivo alto, actividades agrícolas e industriales.
 4. **Terrenos en regeneración natural:** estos fueron en su momento alterados por acciones antrópicas o naturales, y se encuentran en algún proceso de la regeneración natural, por lo que se pueden encontrar cubiertos de gramíneas, arbustos o matorrales.
- Suelos: En el Valle Central, si bien se encuentran suelos fértiles (Andisoles y Vertisoles), muchos de estos han pasado por un largo periodo de deterioro debido a la acción de condiciones climáticas y biológicas muy variables, a cambios en el uso del suelo y a factores contaminantes. Además de eso, se pueden encontrar suelos altamente heterogéneos de un sitio a otro, por acción antropogénica o natural. Por lo general, la calidad de los suelos está asociada con la pendiente. En sitios con alta pendiente como cerros, los suelos son rocosos y poco profundos, relativamente pobres en materia orgánica y seca, mientras que en las partes bajas, son más profundos, con frecuencia ricos en materia orgánica y con mejor capacidad de retención de agua.
- En casos, donde el suelo es seco y pedregoso, además de hacer una sustitución de la calidad de terreno en el punto de plantación por una mezcla de tierra orgánica y abonada al momento de plantar cada individuo, deberán seleccionarse especies principalmente heliófilas, que son aquellas especies adaptadas

para vivir en ambientes de alta radiación solar, por lo general donde el suelo es seco, caliente y con poca disponibilidad de nutrientes como, el roble de sabana (*Tabebuia rosea*), el cortez negro (*Tabebuia impetiginosa*), cortez amarillo (*Tabebuia ochracea*), vainillo (*Tecoma stans*), jicaro (*Crescentia cujete*), aguacatillos (*Persea caerulea*, *Cinnamomum triplinerve*), gavilancillo (*Albizia adinocephala*), uruca (*Trichilia havanensis*), poró (*Erythrina costaricensis*), entre otros.

En suelos inundables de manera permanente o principalmente temporal deberán tomarse en cuenta especies resistentes a este tipo de ambientes, saturados y con poca oxigenación, como el sotacaballo (*Zygia longifolia*), papaturro (*Coccoloba caracasana*), poponjoche (*Pachira aquatica*), guarumo (*Cecropia obtusifolia*), entre otras.

- Zonas de vida: Según Jiménez et al 2009, la zona de vida de un sitio lo caracteriza la temperatura, expresada como biotemperatura (promedio de las temperaturas entre 0°C y 30°C durante un año), que es una medida del calor efectivo en el crecimiento de las plantas, y la humedad (precipitación anual), sin embargo, el cambio climático ha provocado un desajuste de estas unidades ecológicas, por lo que las especies vegetales lentamente podrían irse desplazando hacia mayor altura “para huir” de las altas temperaturas y baja humedad del piso basal. Especies arbóreas de bajura que antes no prosperaban a alturas superiores a los 1500 msnm, hoy se comportan de forma normal al establecerse en ambientes urbanos, como por ejemplo, el roble de sabana (*Tabebuia rosea*), cortez amarillo (*Tabebuia ochracea*), cortez negro (*Tabebuia impetiginosa*), entre otras especies arbóreas, y en cuanto a la fauna, se aprecian cambios poblacionales con el descenso de la presencia del Zorro Pelón (Didelphidae: *Didelphis marsupialis*), y el creciente aumento de la presencia espacio-temporal del Zanate (Icteridae: *Quiscalus* sp.), Mapache (Procyonidae: *Procyon lotor*), Pizotes (Procyonidae: *Nassua narica*) y aves prensoras como los pericos y loras (Psitácidos).

Holdridge, divide a Costa Rica en 12 zonas de vida y 12 zonas de transición, lo que ha dado como resultado la división del país en diferentes tipos de bosque. Para la GAM se han identificado cuatro zonas de vida principales: Bosque húmedo Tropical (bh-T), Bosque húmedo Premontano (bh-P), Bosque muy húmedo Premontano (bmh-P) y Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB).

De estos, el de mayor extensión es el bmh-P con un 37% del total del territorio, seguido del bh-P con un 16.5% y bh-T con un 16%; y por último, el bmh-MB con apenas un 7.5% del total del territorio. En el Cuadro 3, se detalla las principales características de cada zona de vida ubicada en la GAM y géneros de algunas especies arbóreas típicas de estas zonas de vida.

Cuadro 3. Zonas de vida presentes en la GAM y sus principales características.

Piso Altitudinal	Zonas de Vida	Rango Altitudinal (msnm)	Límites de Temperatura (°C)	Rango de Precipitación Anual (mm)	Especies (Géneros)
Basal	Bosque húmedo Tropical (bh-T)	0-700	≥24	2000-4000	<i>Cordia, Carapa, Terminalia, Virola, Brosimum, Calophyllum, Vochysia, Hura, Piper</i>
Premontano	Bosque húmedo Premontano (bh-P)		18-24	1100-2200	<i>Ardisia, Clarisia, Tapirira, INGA, Manikara, Terminalia, Sapindus, Lafoensia, Cojoba, Calophyllum, Clusia, Capparis, Garcinia, Chamaedorea, Picramia, Eugenia, Cedrela, Albizia, Dendropanax</i>
	Bosque muy húmedo Premontano (bmh-P)		18-24	2000-4000	<i>Schefflera, Vochysia, Ruopala, Cedrela, Turpinia, Ulmus, Junglans, Caryocar, Cordia, Guarea</i>
Montano Bajo	Bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB)		12-18	2000-4000	<i>Quercus, Alnus, Cornus, Magnolia, Borojoa, Cecropia, Cedrela, Clarisia,, Croton, Ficus, Guarea, Hampea, Heliocarpus, Hermandia</i>

Al seleccionar las especies para la rehabilitación ecológica, se deberán tomar en cuenta estos factores y considerar que se pueden introducir algunas especies de bajura, que se adaptan bien hasta los 1500 msnm aproximadamente, pero especies de pisos superiores o zonas altas, no se deberían plantar en pisos altitudinales bajos, debido a que el cambio de temperaturas más altas y bajos niveles de humedad no les permite prosperar y terminan muriendo.

En las condiciones más adversas de un sitio (suelos en pendiente e inestables) se deberá establecer de manera artificial la sucesión de especies arbóreas, primero las pioneras (heliófilas) de amplia adaptación, de rápido crecimiento, de maderas suaves y ciclos de vida corto. En algunos casos y dependiendo de la disponibilidad de semillas eventualmente para el caso del valle central, se establecerán unas pocas especies de crecimiento más lento.

- **Pendiente:** La pendiente es otro factor que se debe tomar en consideración a la hora de seleccionar especies arbóreas en las labores de reforestación y rehabilitación de áreas degradadas.

En zonas con pendiente superior a 40% no se deberán plantar árboles grandes, cuyo peso de adulto, responderá a un problema para la estabilidad del terreno provocando erosión, deslizamientos y situaciones de riesgo, tales como sedimentación y bloqueos de cauces o daños a la infraestructura (puentes, techos, entre otros) por la caída de los mismos.

En pendientes de este tipo deberán seleccionarse árboles de porte pequeño a mediano, con rápido crecimiento y con copa extendida que en el menor tiempo posible tenga una función de "sombrialla" y proteja el suelo del golpeteo de la lluvia, evitándose así el proceso de erosión en pendientes y al mismo tiempo amarrar el terreno con las mismas raíces del árbol, como por ejemplo: indio desnudo (*Bursera simaruba*), nance

(*Byrsonima crassifolia*), targuá (*Croton draco*), guachipelín (*Diphysa americana*), cirrí colorado (*Mauria heterophylla*), guayaba (*Psidium guajaba*), colpachí (*Croton niveus*), madero negro (*Gliricidia sepium*), entre otros.

En terrenos planos se pueden plantar una mayor variedad de especies arbóreas, con distintos tipos de copa para aportar un elemento paisajístico agregado al lugar, se podrán seleccionar árboles con copa extendida, redondeada, abierta, compacta, estratificada o piramidal, entre otros tipos. La única restricción será que de acuerdo a los metros de retiro del cauce, que se deben respetar según sea el escenario, así será la altura de los individuos (en estado adulto) que se deberán seleccionar.

Por ejemplo, en “Áreas de protección de cuerpos de agua de dominio público urbanos con terrenos planos”, en donde se debe respetar una franja de mínima de 10m de retiro, la altura o porte del árbol deberá ser inferior a los 10 m, básicamente para prevenir el daño a infraestructura ante una posible caída y taponamiento de los cauces de agua. La misma analogía se aplicará con los otros escenarios.

10. Especificaciones técnicas para la selección del tamaño de las especies arbóreas a plantar

1. Altura recomendada:

Los árboles a plantar, en zonas urbanas, deberán tener una altura entre 0,5 m y 1.5 m, medidos desde la base del fuste hasta el ápice de la copa. Como se mencionó, el porte (altura máxima de adulto) de los individuos no sobrepasará los metros de retiro del cauce por Ley en cada escenario.

En zonas con pendiente, se seleccionarán especies con porte de pequeño a mediano, ya que un árbol de porte grande constituirá mucho peso para este tipo de terreno, altamente vulnerable a la erosión y al deslizamiento. En los escenarios, en donde exista terreno plano y con zonas de retiro superior a los 10m zonas urbanas y 15m zonas rurales, se podrán seleccionar árboles de porte más grande, con fustes más gruesos y copas más amplias o compactas, ya que en este caso, los individuos tendrán suficiente espacio para desarrollarse. Se escogerán principalmente individuos de importancia ecológica con frutos y flores atractivos para fauna silvestre. En la medida de lo posible, el valor ornamental deberá explotarse y establecer si es factible, bloques (rodales) por variedad de colores, tamaños, formas y texturas.

2. Fuste o tronco de los árboles a plantar

La salud del árbol se refleja en su fuste, y el diámetro en la base debe de ser de entre 2cm y 5cm, sin embargo, un árbol más pequeño pero bien formado también se puede utilizar. Su fuste debe estar libre de perforaciones producto de insectos xilófagos (comedores de madera), barrenadores o plagas y enfermedades, así como de daño físico (mecánico) que permita el ingreso al interior de los tejidos de agentes bióticos que comprometan su porte o sobrevivencia.

3. El adobe de los árboles a plantar

Preferiblemente escoger aquellos individuos con un adobe consistente y proporcional al tamaño del “árbol urbano”, envuelto en bolsa plástica u otro material resistente, sin roturas o daños, sin raíces expuestas.

4. La copa de los árboles a plantar

La belleza y apariencia de la copa también es un reflejo de la salud de cada árbol, es mejor escoger en el vivero individuos con una copa definida, bien formada, frondosa, con relación a la cantidad de hojas y ramas,

que aumenten la densidad del follaje, formando un diámetro mínimo de 50cm a 75cm. Su follaje debe de estar en buenas condiciones de turgencia, sin signos de resequedad, sin manchas foliares producto de hongos, sin signos de amarillamiento o clorosis, ni mosaicos o arrugamientos producto de virosis, bacterias, deficiencias nutricionales o enfermedades fisiológicas. Además el follaje debe de estar libre de mutilaciones o marcas provocadas por insectos masticadores.



11. Propuesta de protocolo

1. Protocolo para la plantación

Es importante recalcar que en un área de protección, debe existir una alta diversidad de especies vegetales, que promueva una mayor visitación y estancia de fauna silvestre (aves, mamíferos, insectos, reptiles, entre otros); esto a su vez, facilita la propagación y dispersión de las semillas que se establecerán en otras áreas de protección y otros espacios verdes cercanos. Las acciones necesarias a llevar a cabo se describen seguidamente:

- a. **Mapeo de las áreas a intervenir:** Es necesario contar con un plano específico del área que se va a intervenir, esto permitirá conocer bien las características del sitio, la ubicación de los diferentes componentes y la localización específica de los árboles a plantar. El plano debe contar con información tal como: nombre del barrio, linderos y límites (áreas colindantes), extensión del sitio, ubicación del cuerpo de agua, curvas de nivel, alcantarillas o colectores, torres de transmisión, infraestructura urbana existente (lámparas, bancas, mesas, postes, áreas de juego o deportivas, gradas, otros), si no hay infraestructura, ubicación de los puntos estratégicos de referencia (árboles grandes o diferentes, botaderos, huecos o zanjas, rocas, entre otros); y demás elementos del relieve o topografía que se consideren relevantes. Este plano, permitirá visualizar una ordenación y sistematización de toda la información geográfica del área a rehabilitar y facilitará la ubicación espacial de los árboles a plantar.

En el caso específico del escenario de “Áreas de protección de nacientes permanentes”, sería muy importante que además del mapa geográfico del sitio, se cuente con el mapa hidrogeológico donde se localice y delimite el tubo de flujo de la naciente y la zona de recarga del mismo, para que también se apliquen medidas de conservación en estas zonas.

- b. **Preparación del terreno:** El terreno en que se vaya a plantar, debe estar completamente libre de residuos sólidos para garantizar el éxito y sobrevivencia de los árboles, un terreno contaminado posee condiciones físicas y químicas que no son aptas para que se desarrolle un árbol, por esto es importante que antes de plantar, se debe procurar la eliminación o retiro de todos los residuos sólidos presentes.

La preparación del sitio consiste en la realización de algunas prácticas agrosilviculturales para que el área a plantar, se encuentre en las mejores condiciones posibles para recibir a las posturas. Para esto se deben realizar diferentes prácticas según las condiciones en que se encuentre el terreno en el que se va a trabajar:

Terreno utilizado como escombrera: En el caso de un terreno ocupado por material de construcción se deben aplicar dos prácticas para preparar el suelo previo a la plantación: Recolección de residuos sólidos ajenos en el sitio y técnicas de manejo y conservación del suelo.

Debido a que este terreno posee tierra inestable y otros residuos ajenos al sitio, se recomienda, después de limpiar, aplicar alguna técnica de manejo y conservación de suelos (ver anexo 2) que evite la erosión y sedimentación por la escorrentía y el viento que lleve material contaminante al cuerpo de agua superficial o subterráneo.

El tipo e intensidad de las técnicas a aplicar depende de qué tan descubierto esté el suelo y la pendiente que presente, por ejemplo, si se trabaja en un terreno plano pero con el suelo descubierto, se debe valorar aplicar alguna técnica cultural, agronómica o mecánica que contrarreste o evite la erosión del suelo. Así, los casos en los que se tienen que aplicar las técnicas de conservación de suelos con una mayor intensidad son:

- Terrenos planos con suelos ocupados de material no apto o inestable.
- Terrenos con pendiente mayor al 30%, con cualquier condición del suelo.

- Terrenos con pendiente mayor al 30% con suelos ocupados de material no apto o inestable.

Terrenos en regeneración natural: Para este caso en donde el terreno está cubierto, de manera general, por gramíneas invasoras y otras hierbas arbustivas, se debe realizar una chapia localizada tratando de dejar en el sitio los arbolitos de la regeneración que se haya establecido en forma natural.

La idea de realizar estas chapias localizadas no es eliminar del todo las plantas invasoras sino, disminuirlas en el punto donde se plantará un árbol, principalmente para que no representen una competencia o que no causen la muerte de los árboles. Una vez que los árboles se establezcan puede disminuir la frecuencia de las chapias en la rodajea o no realizarlas del todo, debido a que la sombra gradual que generarán con sus copas irá aumentando paulatinamente y paralelamente irá matando (ahogando) al zacate y otras hierbas.

Cuando lo que se encuentra es un tacotal urbano se debe procurar la recuperación natural de la diversidad de especies y el enriquecimiento artificial del ecosistema (brindarle más diversidad y heterogeneidad) por plantación, por lo que es mejor dejar los árboles y arbustos presentes en el sitio de manera natural, demarcarlos y darles mantenimiento, además plantar aleatoriamente su enriquecimiento en diversidad.

c. Materiales y herramientas necesarias para la plantación: Para realizar una plantación se requiere de los siguientes materiales, aunados a otros que se consideren necesarios e importantes:

Abono: El abono es un producto muy importante en una plantación porque permite suplir rápidamente al árbol de algunos nutrientes que tal vez son reducidos o no se encuentran fácilmente disponibles en el suelo (se encuentran fijados) y ayudará en su crecimiento y desarrollo adecuado a futuro. Se recomiendan las fórmulas 10-30-10 o 12-24-12 (N-P-K), para esta primera abonada en el sitio de plantación, de segunda cifra alta, granulada, aplicado al fondo del suelo en el momento de la plantación, además de eso, los árboles deben traer al menos una dosis de este abono en su adobe. La dosis de abono a aplicar es de 20g para árboles de 1.5m, y de 40g para los de 2m a 3m. Es importante recordar que, a la hora de plantar, este abono se debe colocar en el fondo del hueco y cubrirse con una capa de tierra suelta de unos 2.5cm, que lo aisle de las raíces del árbol, para evitar que estas se “quemen” por el contacto con los químicos. Estos fertilizantes químicos fosfatados estimulan el rápido desarrollo radical, lo que mejora la adaptación y colonización inicial al sitio.

Polímero retenedor de agua (Hidrokeeper): El uso de este gel busca que los árboles tengan una provisión de agua durante la época seca para minimizar su mortalidad, debido a que una de las principales razones de muerte de los árboles plantados en áreas de protección, es la falta de agua en la época seca, seguida del ahogo por el Pasto Elefante y otras invasoras en época lluviosa. Este polímero deberá colocarse sobre la capa de tierra que cubre el abono, ya que sí requiere tener un contacto directo con las raíces y que quede esparcido uniformemente en el hueco (Anexo 3).

Mecate: Se utiliza para amarrar los árboles a la guía con el fin de darles soporte y evitar que se inclinen y se mal formen por efecto del viento u otra circunstancia. El mecate recomendado es el “mecate bananero” o “mecate de nylon” porque es resistente. Basta con tiras de mecate de unos 45cm a 50cm de largo.

Palines, palas, carretillos, bolsas para residuos: Se debe utilizar palines para la plantación de los árboles, debido a que por su tamaño y forma son ideales para la realización de los huecos. Las palas, uñas, rastrillos se utilizan para la limpieza del sitio a plantar; y los carretillos para la recolección de materiales, traslado de

árboles y de guías. En todas las plantaciones hay que estar pendiente de la recolección de las bolsas de los árboles y colocarlas en las bolsas para residuos.

Elaboración y colocación de guías o tutores para la plantación: Se recomienda una altura mínima de 1,20m y un ancho mínimo de 5cm para cada guía o tutor. Esta altura facilita la visibilidad en el sitio a plantar y el ancho permite que no se tuerzan o se quiebren fácilmente. Además deben tener una punta en uno de sus extremos, para poder enterrarlas con facilidad. Cabe aclarar, que para el bambú, que puede soltar astillas se recomienda utilizar un mazo para enterrarlas y guantes a la hora de manipularlas.

En el sitio de plantación, las guías se colocan para marcar los puntos en donde se va plantar cada árbol, para mejorar la visibilidad de los mismos y para procurar que el árbol no se incline (tutor), pues este debe quedar firme y recto, con la guía como soporte para su adecuado desarrollo. A cada guía o tutor debe colocársele una cinta topográfica de un color llamativo o bien, pintura en spray fosforescente, para que sean aún más visibles en el campo y de fácil identificación en el lugar.

- d. **Traslado y colocación de árboles en el sitio de plantación:** Los árboles deben trasladarse con cuidado para evitar su maltrato antes de la plantación y no generarles “estrés”, se debe procurar al máximo trasladarlos en un vehículo con cajón cerrado porque el viento daña y arranca las hojas, además es mejor el traslado en horas de la mañana en donde la temperatura ambiente es más fresca y se deshidratan menos. De igual manera para evitar el maltrato del árbol, se deben levantar por la base del adobe o de la bolsa, y nunca agarrándolo del tronco. Se recomienda que, para evitar la deshidratación del follaje en el transporte, se rocíe las hojas con una solución de azúcar para cerrar las estomas de las mismas. Las especies se deben colocar en puntos de plantación, de manera aleatoria y variada, excepto en los caso de que se les quiera dar una connotación paisajística al sitio (de acuerdo al escenario), se debe plantar siguiendo las curvas de nivel, debido a la pendiente del terreno, o en el caso, en que haya especies idóneas y seleccionadas específicamente para colocar en puntos con alta vulnerabilidad; o que son zonas con terrenos inestables, que requieren ser “amarrados” por el sistema radical de los árboles.
- e. **Plantación de árboles:** Se recomienda una densidad de plantación de 3m como mínimo, y respetar estas distancias mínimas ya que lo que se busca con ellas es tener una alta densidad que a mediano y largo plazo ayude a disminuir la erosión eólica e hídrica por la cobertura y traslape de copas y como las especies tienen diferente velocidad de crecimiento se pueden generar varios estratos. Si bien, las plantaciones para rehabilitar zonas degradadas deberían ser sin ningún orden establecido, ya que lo que se desea es crear nuevos parches de bosque ribereño urbano y en estos no existe orden de especies, esto no aplica para escenarios con pendientes superiores al 30% en donde se recomienda plantar usando como guía las curvas de nivel del terreno con el fin de amarrar el mismo y evitar deslaves. Asimismo es necesario introducir una alta variabilidad de especies en el lugar, que brinden alojamiento y alimento a la “fauna silvestre urbana” y otros servicios ecosistémicos.

Si el terreno es pedregoso o compactado, de difícil perforación, se debe contemplar la utilización de otras herramientas que faciliten la realización del hueco tales como: macana, pico, sacho, pala u otros. Se debe buscar el sitio más adecuado para cada individuo y tratar de sacar la mayor cantidad de terrones y piedras del hueco para que las raíces del árbol se puedan desarrollar de la mejor manera. Se debe recordar, que se debe realizar el hueco del árbol de manera proporcional o de mayor tamaño (volumen) del adobe (bolsa) del mismo.

Igualmente, en terrenos de este tipo, se recomienda aplicar la técnica de “sustitución de suelo”, en el punto de plantación de cada árbol, en donde se sustituye el material infértil que hay en el sitio por una mezcla de tierra orgánica con abono y granza, que le permita al árbol obtener los nutrientes que necesita de esa tierra, y mientras se establece, que sus raíces encuentren tierra adecuada; en este caso se debe realizar el hueco más grande que el adobe para sustituir una buena porción de terreno, seguido de esto, se realiza la plantación del árbol.

En casos donde el terreno está invadido por malezas de hoja angosta y gramíneas de rápido crecimiento, la plantación se debe desarrollar de manera normal y siguiendo el orden detallado, sólo se debe procurar limpiar la materia orgánica que queda después de la chapia, en un radio de al menos 1m, para facilitar la visibilidad y la hechura del hueco.

2. Protocolo para el mantenimiento

a. Mapeo de áreas intervenidas: Además del levantamiento geográfico de los árboles que se realiza inicialmente en la plantación, se debe llevar un control de la mortalidad de las especies en el sitio. Esta actividad, es de vital importancia, pues permite medir los porcentajes de sobrevivencia de los individuos con la actualización de la información que se levantó en la etapa de siembra. Se debe realizar posterior a la plantación, al menos una vez cada año para actualización; por un periodo de 3 a 5 años.

b. Rodajea: La rodajea de cada árbol es uno de los pasos más importantes para garantizar el desarrollo adecuado de los mismos, porque esto garantiza que el árbol va a tener su espacio inmediato con la mínima competencia, libre de malezas, agentes que retardan su crecimiento o bejucos que lo estrangulen. La rodajea debe medir como mínimo un 1m de radio, y se recomienda que esta se realice al menos de tres a cuatro veces por año (u otra intensidad dependiendo de la tasa de crecimiento), realizando la mayor cantidad en época lluviosa que es cuando se activa el crecimiento de las plantas. Es preferible que se realice de manera manual, sea con machete, machete de suelo o pala, porque si se hace con motoguaraña se corre el riesgo de “anillar” (herir mecánicamente) el árbol. Además, es importante que cada vez que se realice, se procure dejar al mínimo posible las cepas de zacate o malezas, para retardar la tasa de crecimiento. Con el fin de prolongar el tiempo de duración de la rodajea, se puede colocar algún tipo de cobertura “mulch” (madera en trozos, aserrín, piedra cuarta o plástico) que evite el crecimiento de hierbas o plantas invasoras alrededor del árbol.

c. Podas sanitarias o de mantenimiento: Las podas en las áreas de protección no son necesarias, sin embargo el escenario de las áreas verdes urbanas, se incluyen los parques municipales, 10% del área pública que ceden los desarrolladores en el momento de construir las urbanizaciones y los derechos de vías, por lo que además de que las especies son de portes pequeños, solo si es estrictamente necesario se deben someter a podas de mantenimiento, con el fin de que no generen inconvenientes a la población y a los servicios públicos.

d. Aplicación de abono o fertilización: La recomendación en cuanto a la aplicación de abono es realizarla al menos 2 o 3 veces al año. La primera abonada, como se mencionó en el apartado de “A. Protocolo para Plantación”, se debe realizar al momento de la plantación y se debe aplicar al fondo del hueco y cubrirlo con 2.5cm de tierra para que no “queme” las raíces del árbol. En época lluviosa, se recomienda utilizar las fertilizaciones fosfóricas (10-30-10 o 12-24-12) ya que estimulan el crecimiento de la raíz mientras que, las fertilizaciones nitrogenadas fomentan el rápido crecimiento de materia verde y se exponen las estructuras (tejidos tiernos) que se predisponen al ataque de plagas y enfermedades. Si se quiere utilizar alguna fertilización nitrogenada, se recomienda aplicarla de manera fraccionada y orgánica,

no química, ya que estaría disponible para el árbol pero de manera lenta y gradual, que no causa el indeseable efecto mencionado (de abundante tejido tierno susceptible).

En la primera abonada, En terrenos con pendiente, para que la abonada (después de la plantación) sea más efectiva, se debe realizar de forma espequeada (hacer un hueco de unos 4-5cm de ancho y 5-7cm de profundidad, cerca de la base del árbol, colocar el abono y cubrirlo con tierra, para que no lo lave la lluvia). Es importante recordar que, el espeque se debe hacer en el lado superior al árbol con respecto a la pendiente, pues esto genera que con la lluvia, el abono se escurra hacia la raíz del árbol y realizarlo en la línea de la gotera, donde el crecimiento radical es activo.

La segunda abonada se deberá aplicar después de la plantación (3 o 4 meses después), una fórmula completa que será más efectiva en la etapa de crecimiento activo y adaptación del árbol al terreno. La dosis de abono a aplicar es de 20g para árboles de 1.5m, y de 40g para los de 2m a 3m. En árboles con alturas superiores a los 4m, no será necesario aplicar abono, debido a que éstos ya se han establecido. De manera opcional se puede aplicar una tercera abonada para preparar al árbol para la época seca, se recomienda una fórmula orgánica (gallinaza, compost, heces de cerdo o vaca, lombricompost) que provea gradualmente al árbol de nitrógeno y mantenga la humedad puntual.

Si a futuro se desea una idea más precisa de los requerimientos de nutrientes del suelo en el sitio de plantación, se recomienda realizar un estudio químico de suelos, con el cual se tendrá el dato exacto del tipo y cantidad de nutrientes que se requiere aplicar en cada fertilización, de esta manera se garantiza la sobrevivencia y el crecimiento sostenido de los árboles plantados.



12. Recomendaciones

La identificación taxonómica de las especies a veces se torna un poco difícil, especialmente para las personas con poca experiencia en este campo, por lo tanto se recomienda de existir dudas, consultar a un especialista en el campo de la botánica.

Para el caso específico de la arborización en parques urbanos se requiere el conocimiento de un especialista en árboles que conozca sobre el crecimiento de los mismos, para que sean plantados en los lugares adecuados; igualmente se necesita de una buena planificación por parte de los municipios.

Plantar árboles en cualquier sitio significa un compromiso, por lo tanto, se requiere darle seguimiento hasta por lo menos tres años después de realizarlo; y en especial a los plantados en zonas de protección, las cuales pueden ser invadidas en cualquier momento. Se necesita conversar con los vecinos y sensibilizar a la población, así como solicitar su colaboración para el mantenimiento y cuidado de los árboles.

13. Bibliografía

Rojas, F., Bermudez, G., Jiménez, Q. 2006. Plantas Ornamentales del Trópico. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 697 p.

Instituto Meteorológico Nacional. 2004. Manual técnico del departamento de aguas. La Gaceta N°98 del jueves 20 de mayo.

<http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/poda.php>

14. Anexos

Anexo 1. Especies recomendadas para la rehabilitación de áreas de protección degradadas en el valle central

Cuadro 4. Especies recomendadas para la rehabilitación de áreas de protección degradadas en el valle central, Provincia de Heredia.

De la lista original quedan solo los árboles típicos del valle central o del pacífico central, se han descartado las exóticas, algunos arbustos y los de otros sitios, como zona Atlántica y Osa, así como las que no están en los viveros y son difíciles de encontrar.

	Especie	Nombre Común	Familia	Categoría	Origen
1	<i>Acnistus arborescens</i>	Güitite	Solanaceae	Árbol	Nativo
2	<i>Samanea saman</i>	Cenizaro	Fabaceae	Árbol	Nativo
3	<i>Anacardium excelsum</i>	Espavel	Anacardiaceae	Árbol	Nativo
4	<i>Andira inermis</i>	Almendro de río	Papilionaceae	Árbol	Nativo
5	<i>Annona cherimola</i>	Anona	Annonaceae	Árbol	Nativo
6	<i>Annona muricata</i>	Guanabana	Annonaceae	Arbusto	Nativo
3	<i>Apeiba tibourbou</i>	Peine de mico	Malvaceae	Árbol	Nativo
4	<i>Ardisia revoluta</i>	Tucuico	Myrsinaceae	Árbol	Nativo
5	<i>Astronium graveolens</i>	Ronrón	Anacardiaceae	Árbol	Nativo
6	<i>Bambusa vulgaris*</i>	Bambú	Poaceae	Hierba gigante	Exótico
7	<i>Bocconia frutescens**</i>	Guacamayo	Papaveraceae	Árbol	Nativo
8	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojoche	Moraceae	Árbol	Nativo
9	<i>Bursera simaruba**</i>	Indio desnudo	Burseraceae	Árbol	Nativo
10	<i>Byrsonima crassifolia**</i>	Nance	Malpighiaceae	Árbol	Nativo
11	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Cedro María	Clusiaceae	Árbol	Nativo
12	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Madroño	Rubiaceae	Árbol	Nativo
13	<i>Carica papaya</i>	Papaya	Caricaceae	Árbol	Nativo
14	<i>Casimiroa sapota</i>	Matasano	Rutaceae	Árbol	Nativo
15	<i>Cassia grandis</i>	Carao	Fabaceae	Árbol	Nativo
16	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Urticaceae	Árbol	Nativo
17	<i>Cedrela tonduzii</i>	Cedro dulce	Meliaceae	Árbol	Nativo
18	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Bombacaceae	Árbol	Nativo
19	<i>Cestrum racemosum**</i>	Zorrillo	Solanaceae	Arbol	Nativo
20	<i>Chamaedorea costaricana</i>	Pacaya	Arecaceae	Palma	Nativo
21	<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Pacaya	Arecaceae	Palma	Nativo
22	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	Sapotaceae	Árbol	Nativo
23	<i>Cinnamomum triplinerve**</i>	Aguacatillo	Lauraceae	Árbol	Nativo
24	<i>Clusia rosea**</i>	Copey	Clusiaceae	Árbol	Nativo
25	<i>Cnidocolus aconitifolius**</i>	Chicasquill	Euphorbiaceae	Arbol	Nativo

26	<i>Coccoloba caracasana</i>	Papaturro	Polygonaceae	Árbol	Nativo
27	<i>Cochlospermum vitifolium</i> **	Poro-poro	Bixaceae	Árbol	Nativo
28	<i>Cojoba arborea</i>	Lorito	Fabaceae	Árbol	Nativo
29	<i>Conostegia subcrustulata</i> **	Lengua de vaca	Melastomataceae	Arbusto	Nativo
30	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	Boraginaceae	Árbol	Nativo
31	<i>Cordia eriostigma</i>	Muñeco	Boraginaceae	Árbol	Nativo
32	<i>Crescentia cujete</i>	Jícaro	Bignoniaceae	Árbol	Nativo
33	<i>Croton draco</i> **	Targua	Euphorbiaceae	Árbol	Nativo
34	<i>Croton niveus</i>	Colpachí	Euphorbiaceae	Árbol	Nativo
25	<i>Cupania guatemalensis</i> **	Manteco	Sapindaceae	Árbol	Nativo
36	<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobolo	Fabaceae	Arbusto	Nativo
37	<i>Dilodendron costaricense</i>	Iguano/Loro	Sapindaceae	Árbol	Nativo
38	<i>Diphysa americana</i>	Guachipelín	Fabaceae	Árbol	Nativo
39	<i>Ehretia latifolia</i>	Raspa guacal	Boraginaceae	Árbol	Nativo
40	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	Fabaceae	Árbol	Nativo
41	<i>Ficus costaricana</i> **	Higuerón	Moraceae	Árbol	Nativo
42	<i>Ficus jimenezii</i> **	Higuerón	Moraceae	Árbol	Nativo
43	<i>Garcinia intermedia</i>	Jorco	Clusiaceae	Árbol	Nativo
44	<i>Genipa americana</i>	Guaitil	Rubiaceae	Árbol	Nativo
45	<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	Fabaceae	Árbol	Nativo
46	<i>Guazuma ulmifolia</i> **	Guácimo	Malvaceae	Árbol	Nativo
47	<i>Hamelia patens</i>	Coralillo	Rubiaceae	Arbusto	Nativo
48	<i>Hauya elegans</i> **	Guayabón	Onagraceae	Árbol	Nativo
49	<i>Hyeronima alchornoides</i>	Pilón	Euphorbiaceae	Árbol	Nativo
50	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	Fabaceae	Árbol	Nativo
51	<i>Inga punctata</i> / <i>Inga oerstediana</i>	Guabas, Guajiniquil	Fabaceae	Árbol	Nativo
52	<i>Lafoensia punicifolia</i>	Cascarillo- Amarillón	Lythraceae	Árbol	Nativo
53	<i>Licania platypus</i> **	Sonzapote/Zapot e Mechudo	Chrysobalanacea e	Árbol	Nativo
54	<i>Lonchocarpus felipei</i> **	Chaperno	Fabaceae	Árbol	Nativo
55	<i>Luehea speciosa</i> **	Gupacimo macho	Malvaceae	Árbol	Nativo
56	<i>Malpighia glabra</i>	Acerola	Malpighiaceae	Arbusto	Nativo
57	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Amapolita	Malvaceae	Arbusto	Nativo
58	<i>Manilkara chicle</i> **	Chicle	Sapotaceae	Árbol	Nativo
59	<i>Mauria heterophylla</i>	Cirrí colorado	Anacardiaceae	Árbol	Nativo
60	<i>Miconia argentea</i>	Lengua de vaca	Melastomataceae	Árbol	Nativo
61	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	Muntingiaceae	Árbol	Nativo
62	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Guayabillo	Myrtaceae	Árbol	Nativo
63	<i>Myroxylon balsamum</i> **	Bálsamo	Fabaceae	Árbol	Nativo
64	<i>Myrsine pellucidopunctata</i> **	Ratoncillo	Myrsinaceae	Árbol	Nativo

65	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	Bombacaceae	Árbol	Nativo
66	<i>Pachira aquatica</i>	Poponjoche	Malvaceae	Árbol	Nativo
67	<i>Palicourea guianensis</i> **	Cafesillo	Rubiaceae	Arbusto	Nativo
69	<i>Persea caerulea</i> **	Aguacatillo	Lauraceae	Árbol	Nativo
70	<i>Picramnia antidesma</i>	Palo de arco	Picramniaceae	Arbusto	Nativo
71	<i>Platymiscium curuense</i>	Cristóbal	Fabaceae	Árbol	Nativo
72	<i>Plumeria rubra</i>	Flor blanca	Apocynaceae	Árbol	Nativo
73	<i>Posoqueria latifolia</i>	Guayabo de mono	Rubiaceae	Árbol	Nativo
74	<i>Pouteria sapota</i> **	Zapote	Sapotaceae	Árbol	Nativo
75	<i>Pseudobombax septenatum</i>	Ceibo barrigón	Malvaceae	Árbol	Nativo
76	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Myrtaceae	Árbol	Nativo
77	<i>Psidium guineense</i>	Güizaro	Myrtaceae	Árbusto	Nativo
78	<i>Quassia amara</i>	Hombre Grande	Simaroubaceae	Árbol	Nativo
79	<i>Roupala montana</i> **	Danto	Proteaceae	Árbol	Nativo
80	<i>Sambucus mexicana</i>	Sauco	Caprifoliaceae	Arbusto	Nativo
81	<i>Sapindus saponaria</i> **	Chumico/Jaboncillo	Sapindaceae	Árbol	Nativo
82	<i>Sapium glandulosum</i>	Yos	Euphorbiaceae	Árbol	Nativo
83	<i>Schizolobium parahyba</i>	Gallinazo	Fabaceae	Árbol	Nativo
84	<i>Spondias purpurea</i> **	Jocote	Anacardiaceae	Árbol	Nativo
85	<i>Tabebuia guayacan</i> **	Guayacán	Bignoniaceae	Árbol	Nativo
86	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Cortez negro	Bignoniaceae	Árbol	Nativo
87	<i>Tabebuia ochracea</i>	Cortez amarillo	Bignoniaceae	Árbol	Nativo
88	<i>Tabernaemontana littoralis</i>	Bijarro	Apocynaceae	Árbol	Nativo
89	<i>Tecoma stans</i>	Vainillo,	Bignoniaceae	Árbol	Nativo
90	<i>Terminalia amazonia</i>	Amarillón/Roble coral	Combretaceae	Árbol	Nativo
91	<i>Terminalia oblonga</i>	Surá/Amarillón	Combretaceae	Árbol	Nativo
92	<i>Thouinidium decandrum</i>	Matapulgas	Sapindaceae	Árbol	Nativo
93	<i>Trema micrantha</i>	Capulín	Ulmaceae	Árbol	Nativo
94	<i>Trichilia havanensis</i>	Uruca	Meliaceae	Árbol	Nativo
95	<i>Vismia baccifera</i> **	Mata roncha	Clusiaceae	Árbol	Nativo
96	<i>Vochysia guatemalensis</i>	Chancho	Vochysiaceae	Árbol	Nativo
97	<i>Yucca guatemalensis</i> *	Itabo	Agavaceae	Hierba gigante	Exótico
98	<i>Zygia longifolia</i>	Sotacaballo	Fabaceae	Árbol	Nativo

* El bambú y el itabo son especies exóticas pero han sido muy utilizadas con esos propósitos.

** Especies muy difíciles de conseguir en los viveros.

Anexo 2. Técnicas de manejo y conservación de suelos

Son todas las prácticas dirigidas a aumentar la resistencia o disminuir las fuerzas que intervienen en la erosión. La intensidad y tipo de prácticas de manejo y conservación de suelos que se deben aplicar en un terreno, se deben seleccionar según la pendiente y la cobertura vegetal del suelo.

Prácticas culturales, agronómicas y mecánicas de Conservación de Suelos

- Prácticas culturales: sistemas de defensa de los suelos contra la erosión en las cuales se recurre en la simple disposición de los cultivos (forestería) en forma tal que presentan las mayores resistencias a la acción de desprendimiento y transporte de partículas de suelo. Las principales prácticas de esta clase son la distribución adecuada de los cultivos en el terreno, la siembra en contorno, la siembra en fajas y las rotaciones (sucesiones vegetacionales artificiales).
- Prácticas agronómicas: sistemas de defensa de los suelos contra la erosión en las cuales se utiliza la vegetación, manejada convenientemente, para controlar la acción de desprendimiento y transporte de partículas de suelo. Las principales prácticas de esta clase son las barreras vivas, los abonos verdes, las plantas de cobertura y los abonos orgánicos.
- Prácticas mecánicas: sistemas de defensa de los suelos contra la erosión en las cuales se recurre a estructuras artificiales construidas mediante la remoción y disposición adecuada de porciones de suelo. Las principales prácticas de esta clase son las terrazas de absorción y de desagüe, los canales de desviación, las acequias de ladera, los bancales y las terrazas individuales.

Ejemplos de prácticas culturales, agronómicas y mecánicas

Culturales

- Distribución adecuada de la plantación en el terreno: Hábitos de crecimiento de las especies y su disposición espacial en el terreno, para la mejor interacción con los recursos ambientales (edáficos y atmosféricos).
- Siembra en contorno: ejecución de todas las operaciones silvopastoriles, tales como plantar, rodajea puntual y chapia mecánica de contacto químico, sobre líneas de contorno.
- Línea de contorno: línea imaginaria sobre la superficie de la tierra con todos sus puntos a la misma altura. Línea trazada sobre un mapa para localizar puntos a la misma altura.
- Siembra en faja (cultivo en fajas al contorno): consiste en cultivar los árboles del terreno en fajas de anchura variable dirigidos en forma transversal a la pendiente del terreno y aproximadamente en contorno, en las cuales se alternan fajas de árboles de crecimiento denso con otras de árboles que exigen prácticas silvopastoriles periódicas.
- Rotaciones de cultivo: sucesión recurrente y artificial más o menos regular, de diferentes cultivos sucesionales en el mismo terreno.

Agronómicas:

- Barreras vivas: son hileras de plantas perennes y de crecimiento denso, dispuestas con determinado distorsionamiento horizontal y sembrados a través de la pendiente, casi siempre en contorno o en curvas de nivel.
- Abono verde: planta que se cultiva y entierra con el objetivo de mejorar los suelos, especialmente aumentando su contenido de materia orgánica y la humedad.

- Plantas de cobertura muerta: capa natural o artificial de residuos de plantas u otro material que se aplica sobre la superficie del suelo.

Mecánicas

- Terrazas de drenaje: terrazas tipo canal, las cuales se construyen con el objetivo de sacar del campo lentamente, las aguas de escorrentía, tienen un desnivel que permite el flujo del agua a una velocidad que no alcance a causar arrastres de suelo, para verterlas en un desagüe bien protegido; se usan en regiones húmedas con períodos de lluvias prolongados.
- Terrazas de absorción: terrazas tipo canal, las cuales se usan principalmente para la conservación de la humedad; se construyen a nivel, de manera que no haya movimientos de agua dentro del canal, se utilizan en zonas de poca lluvia y en terrenos muy absorbentes.
- Canales de desviación: estructuras mecánicas, generalmente de sección trapezoidal, las cuales cortan el flujo del agua de escorrentía de predios altos y llevar esas aguas a un desagüe bien protegido, impidiendo que causen daños en áreas más bajas.
- Acequias de laderas: consisten en canales de 30cm de ancho, con taludes de 1:1 y de profundidad y desnivel variable, las cuales se construyen a distancias regulares de acuerdo con la pendiente y con el uso del terreno.
- Bancales (terrazas de banco): plataformas o escalones construidos en serie, a través de la pendiente y separadas por paredes casi verticales, protegidas con vegetación. Se utilizan principalmente en terrenos con pendientes superiores al 20%.
- Terrazas individuales: terraplenes circulares u ovalados, los cuales se construyen alrededor de cada árbol con una inclinación del 5 al 10% contraria a la dirección de la pendiente del terreno.
- Geotextiles: lámina o cobertura sintética plástica para prevenir la erosión y permitir el establecimiento de cobertura vegetal menor en cortes de terreno fuertemente inclinado.