

Guía de arquitectura amigable con las aves y los murciélagos

Fotografía: Jardín Botánico de Bogotá



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE



Claudia Nayibe López Hernández
Alcaldesa Mayor de Bogotá

Secretaría Distrital de Ambiente

Carolina Urrutia Vásquez
Secretaria Distrital de Ambiente

Diego Francisco Goyes Rubio
Director de Gestión Ambiental

Alejandro Gómez Cubillos
Subdirector de Ecourbanismo y Gestión Ambiental Empresarial

Comité editorial

Editor
José Fernando Cuello Cuello

Investigación
María Adela Delgado Reyes

Diseño
Juan Nicolás Rincón

Corrección editorial
Oficina Asesora de Comunicaciones

2023

ISBN 978-958-9387-98-6



SECRETARÍA DE
AMBIENTE



1. **Introducción**
 - 1.1. La Estructura Ecológica Principal de Bogotá
 - 1.2. La importancia de aves y murciélagos en la biodiversidad y los ecosistemas
 - 1.3. Rutas migratorias de las especies que llegan a Bogotá y Colombia
 - 1.4. Consecuencias de las colisiones en aves y murciélagos
2. **El vidrio y otros factores que inciden en la colisión de aves y murciélagos**
 - 2.1. Transparencia
 - 2.2. Reflexión
 - 2.3. Superficies verticales lisas
 - 2.4. Tipos de vidrio
 - 2.5. Características cambiantes del vidrio
 - 2.5.1 Efecto pasaje o agujero negro
 - 2.6. Iluminación artificial
 - 2.7. Características de la edificación
 - 2.7.1. Localización y orientación
 - 2.7.2. Diseño
 - 2.7.3. Tamaño
 - 2.8. Otras problemáticas asociadas con las edificaciones
 - 2.8.1. Anidación de aves y refugio de murciélagos en las edificaciones
 - 2.8.2. Manejo de nidos y huevos en paisajismo previo a urbanismo o construcción
3. **Métodos para evitar colisiones de aves**
 - 3.1. Paisajismo, orientación y diseño de fachadas
 - 3.2. Control a la contaminación lumínica en exteriores
 - 3.3. Recomendaciones arquitectónicas generales
 - 3.4. Recomendaciones para edificaciones nuevas
 - 3.5. Iluminación en interiores
 - 3.6. Recomendaciones para edificaciones existentes
 - 3.7. Mallas y cables
4. **Casos de éxito**
5. **Consideraciones para la atención y manejo temporal de aves y murciélagos lesionados**
6. **Participantes**
7. **Bibliografía**



Euphonia lanirostris
Eufonia Gorgiamarilla

1. Introducción

Colombia se encuentra entre los 10 países con mayor diversidad biológica del mundo, con una cifra de registros biológicos de 58.312 especies (SIB, 2020). Es un país privilegiado en cuanto a la amplia variedad de aves y murciélagos que alberga, con registros de 1.954 especies de aves y 198 especies de murciélagos (SIB, 2020).

Bogotá es un claro ejemplo de esta riqueza, pues cuenta con importantes ecosistemas urbanos y rurales que sostienen una amplia variedad de aves y murciélagos, alcanzando 235 especies de aves (Roselli, Stiles, & De la Zerda, 2017) y 5 especies de murciélagos (Muñoz, y otros, 2021).

A pesar de ser la biodiversidad un recurso invaluable, el crecimiento de la ciudad ha transformado completamente el ambiente local, reemplazando ecosistemas naturales por construcciones, afectando la fauna y la flora.

Una consecuencia del predominio de las edificaciones, en especial en zonas adyacentes a humedales, corredores ecosistémicos y parques urbanos, entre otros lugares donde abundan las aves, es el riesgo de colisión contra las construcciones. Existen numerosos estudios en el mundo que evidencian su gravedad.

El Servicio Federal de Pesca y Vida Salvaje de los EE. UU. reporta las colisiones contra edificios como la principal causa de muerte de aves en su territorio, se calcula que hasta mil millones anuales de aves pueden perecer por este motivo en ese país, incluso más (Sheppard, 2011). Otros países, como España, estiman en cientos de miles las muertes de aves en su territorio por esta causa, considerando además que el inadecuado reporte de accidentes ha llevado a subestimar sus afectaciones a la biodiversidad (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

Dado que aves y murciélagos hacen parte esencial de la funcionalidad de los ecosistemas, pues generan servicios ecológicos muy importantes (polinización, dispersión de semillas y control de plagas, entre otros), su muerte afecta gravemente la integridad de los hábitats que sustentan, que benefician en gran medida a los seres humanos.

Los esfuerzos para prevenir la muerte de estos animales no solamente contribuyen al restablecimiento de los servicios económicos y ecológicos perdidos, sino también a la reducción de inversiones adicionales relacionadas con acciones de manejo

requeridas para reparar y lidiar con las consecuencias de su pérdida (U.S. Fish and Wildlife Service, 2016).

Sin embargo, esta es una problemática de difícil abordaje, ya que no es posible concebir la arquitectura contemporánea sin estructuras y materiales que faciliten el ingreso de luz natural y que además cumplen otras funciones, estéticas, de aislamiento acústico y regulación térmica.

La gran preocupación mundial sobre la rápida disminución de poblaciones silvestres y sus consecuencias ecológicas ha generado una respuesta contundente en diferentes ciudades, que ya implementan estrategias responsables con las aves en los procesos de diseño arquitectónico y desarrollo urbano.

Colombia, como país megadiverso, requiere una respuesta inmediata ante esta problemática, participación y compromiso por parte del gremio de la construcción, propietarios, administradores y usuarios con el fin de lograr acciones eficaces para prevenir las muertes por colisión de aves y murciélagos.

Es necesario orientar los nuevos proyectos arquitectónicos y urbanísticos siguiendo lineamientos de conservación de la biodiversidad e implementando estrategias que minimicen los impactos ambientales negativos de ventanales y otros elementos, que se explican en esta publicación, que busca brindar principios y herramientas amigables con las aves y los murciélagos, para el diseño, mantenimiento y operación de las edificaciones, a planificadores, arquitectos, ingenieros, diseñadores, constructores, propietarios, administradores y ciudadanos interesados.

Imágenes: <https://www.ventanassanmiguel.com/>



Ventanas de
de animales



Mica



lapis specularis

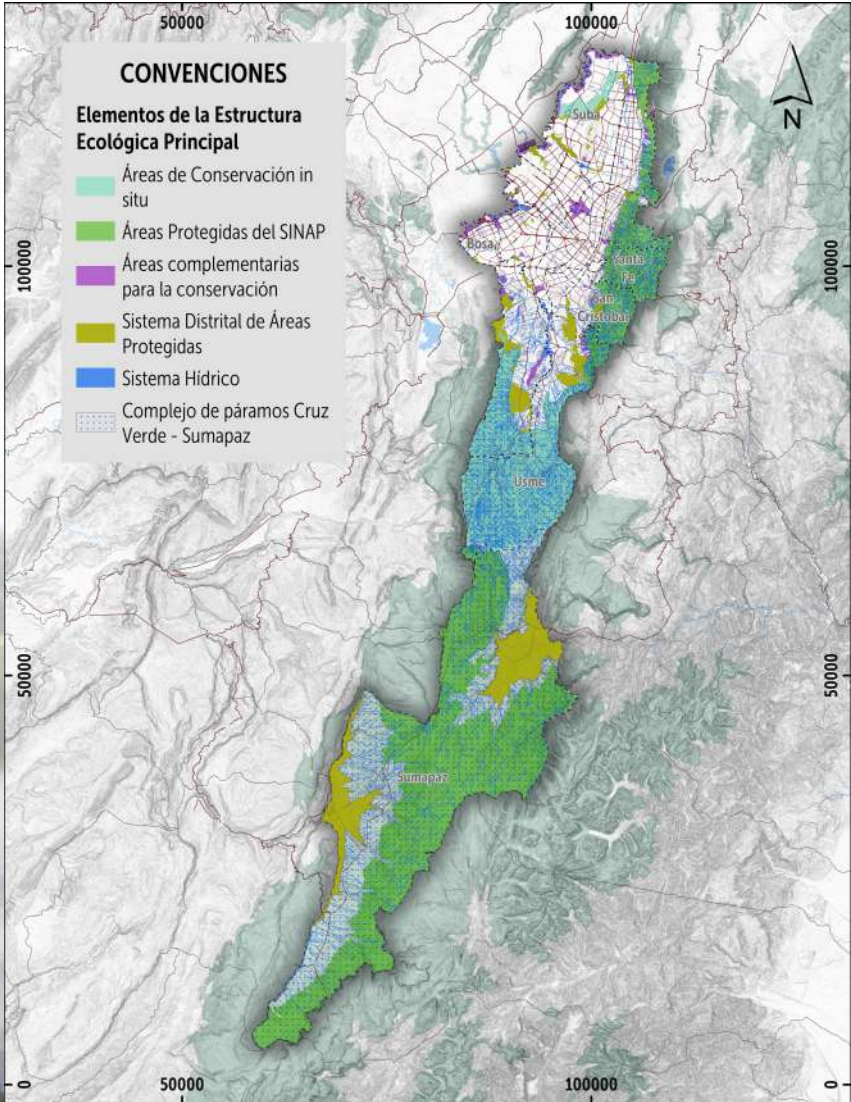


Casa romana con ventanas
de lapis specularis

El vidrio en las ventanas se popularizó en el siglo XVII. Las primeras ventanas con este material fueron elaboradas en el Egipto Romano (Alejandría) en el siglo I a. C. A lo largo de la historia, además del vidrio se utilizaron otros materiales como los cuernos de animales (reblandecidos y aplastados), paños, pergaminos aceitosos, papel, mica y yeso traslúcido (espejillo o lapis specularis).

1.1. La Estructura Ecológica Principal de Bogotá

La Estructura Ecológica Principal (EEP) es una red de espacios y corredores que sostienen y conducen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, dotándolo de servicios ambientales para su desarrollo sostenible(Concejo de Bogotá, D. C., 2006). La EEP abarca más de 123 mil hectáreas de la superficie del Distrito Capital y está comprendida por el Sistema Distrital de Áreas Protegidas (humedales, Cerros Orientales, parques ecológicos de montaña, entre otros), las Áreas de Especial Importancia Ecosistémica y elementos conectores.



Fotografía: Secretaría Distrital de Ambiente

Figura 1. Mapa de la EEP de Bogotá, D. C.

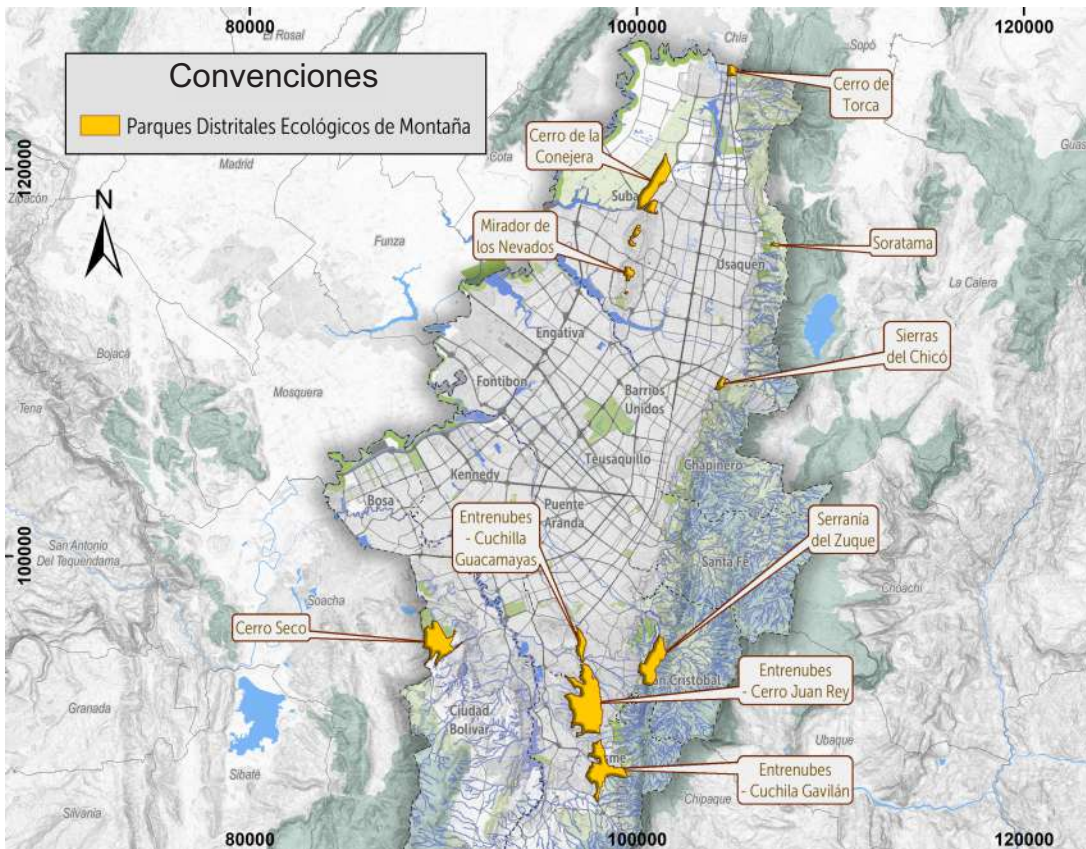
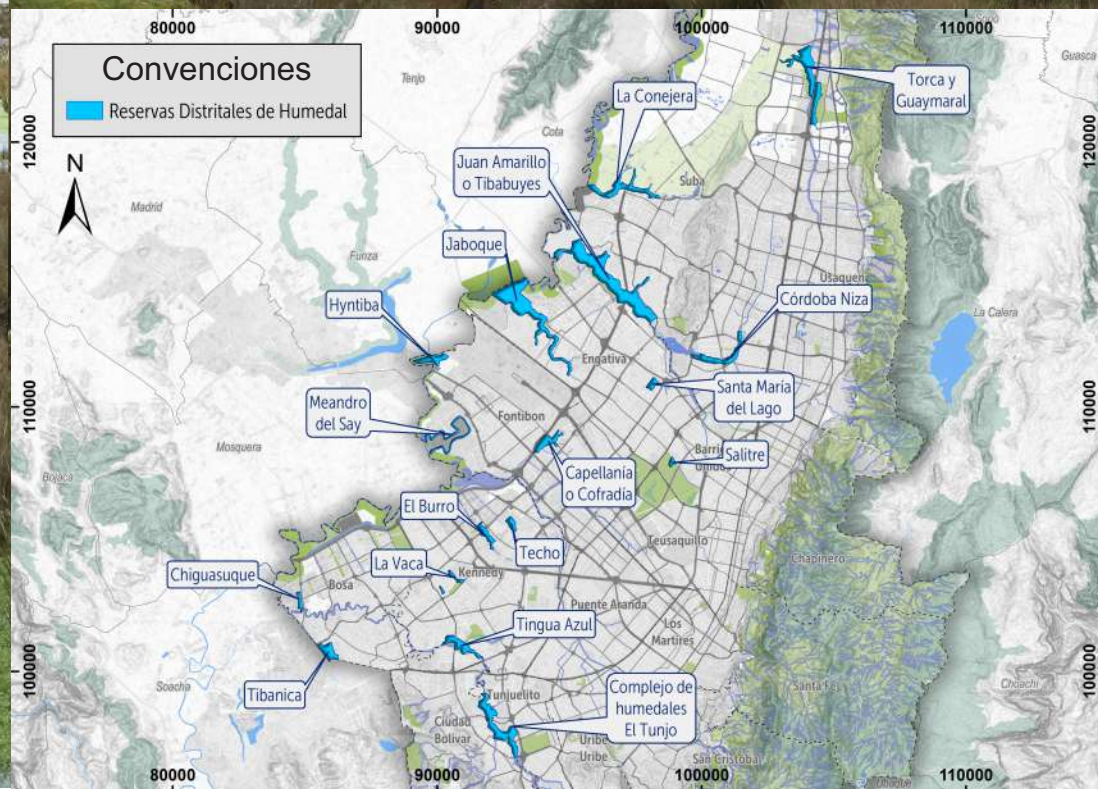
El Plan de Ordenamiento Territorial, Decreto 555 de 2021, incluye los humedales en el Sistema Distrital de Áreas Protegidas (SDAP) bajo la categoría de Reservas Distritales de Humedal (RDH). A la fecha, la ciudad cuenta con 17 RDH (Tabla 1), mientras que la categoría de Parques Distritales Ecológicos de Montaña (PDEM), incluidos también en el SDAP, cuenta con 8, de los cuales solo uno tiene Plan de Manejo Ambiental (PMA) adoptado (Tabla 2).

Los PDEM Cerro La Conejera (196 ha) y Cerro Torca (22 ha) cuentan con PMA en espera de su declaración y adopción mediante decretos, que permitirán iniciar acciones de presencia institucional, especialmente en las líneas de recuperación, restauración, monitoreo e investigación, ya que en estas áreas se evidencian presiones urbanísticas y conflictos de uso del suelo que afectan a la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

RDH	ÁREA (ha)	CUENCA	RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN PMA
Tibanica	27,39	Tunjuelo	Res. SDA 334 del 28 de febrero de 2007
La Vaca	9,94	Fucha	Res. SDA 7473 del 30 de octubre de 2009
El Burro	19,75	Fucha	Res. SDA 4383 del 30 de octubre de 2008
Techo	12,3	Fucha	Res. SDA 4573 del 22 de junio de 2009 y 6469 del 22 de septiembre de 2009
Capellanía	29,32	Fucha	Res. SDA 7474 del 30 de octubre de 2009
Meandro del Say	30,71	Salitre	Res. Conjunta CAR SDA 03 del 23 de febrero de 2015
Santa María del Lago	10,86	Salitre	Res. SDA 7773 del 22 de diciembre 2010
Córdoba	44	Salitre	Res. SDA 1504 del 28 de junio de 2008
Jaboque	166,53	Salitre - Jaboque	Res. Conjunta CAR SDA 01 del 13 de febrero de 2015
Juan Amarillo	225,25	Salitre	Res. SDA 3887 del 6 de mayo de 2010
La Conejera	63,23	Salitre - Conejera	Res. SDA 0069 del 26 de enero de 2015
Torca - Guaymaral	96,83	Torca	Res. Conjunta CAR SDA 02 del 13 de febrero de 2015
El Salitre	5,7	Salitre	Ac. 487 de 2011. Pendiente para Formulación PMA
Tunjo	86,04	Tunjuelo	Ac. 577 de 2014. Pendiente para Formulación PMA
La Isla	7,75	Tunjuelo	Ac. 577 de 2014. Pendiente para Formulación PMA
Tingua Azul	37,16	Tunjuelo	
Hyntiba - Escritorio	28,67	Río Bogotá	

Tabla 1. RDH al interior del perímetro urbano

Fotografía: Secretaría Distrital de Ambiente



1.2. La importancia de aves y murciélagos en la biodiversidad y los ecosistemas



Fotografía: Abdel Majid Assiz

Las aves y los murciélagos hacen parte importante del patrimonio natural nacional, son pieza clave en el mantenimiento de los ecosistemas que habitan y que benefician al ser humano (Whelan, Wenny, & Marquis, 2008) (Muñoz, y otros, 2021).

Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad y endemismo de aves y murciélagos, con registros de 1.954 especies de aves (82 de ellas endémicas), 198 especies de murciélagos (7 de ellas endémicas) (SIB, 2020) y aproximadamente 270 especies que migran por sus ecosistemas (Naranjo, Amaya, Eusse-González, & Cifuentes-Sarmiento, 2012).

Uno de sus ecosistemas urbanos de alta montaña de mayor importancia es Bogotá, la cual cuenta en sus áreas urbana y rural con un amplio número de especies de aves diurnas, nocturnas, nativas, residentes y migratorias. Alrededor de 176 especies de aves se han reportado dentro del perímetro urbano de la capital (Calderón, Moreno, Camargo, Ochoa, & Buitrago, 2019), incluyendo especies no solo de alta montaña, sino también con rangos de distribución conocidos para menor altitud que han sido registrados de manera permanente (Hilty, 1985). Los murciélagos, por su parte, son los únicos mamíferos dotados de alas que son capaces de volar y aquí se han registrado 5 especies (Muñoz, y otros, 2021).

El cansancio y otros factores hacen a las aves migratorias especialmente vulnerables a elementos propios de los espacios urbanos, como el vidrio y la iluminación artificial.

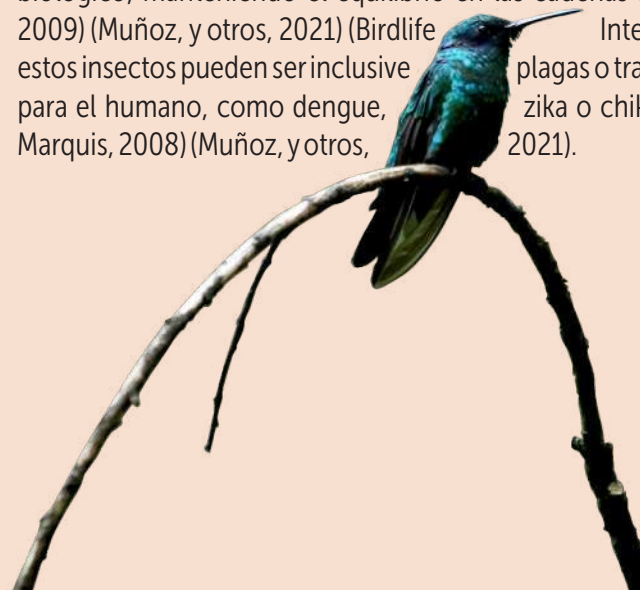
Fotografía: Secretaría Distrital de Ambiente

Las aves y los murciélagos hacen parte de los grupos funcionales de la biodiversidad, prestan importantes servicios ecosistémicos a través de los diferentes procesos ecológicos que sustentan (Whelan, Wenny, & Marquis, 2008). Estos servicios están divididos entre los que se prestan vía comportamiento (polinización, dispersión de semillas, control de plagas, control de malezas, consumo de carroña, oportunidades de alimento, entre otros) y los de producción y soporte (ingenieros del ecosistema, ciclaje de nutrientes y oportunidad de producción de alimentos) (Pacheco, 2013).



Numerosas especies de aves y murciélagos son consumidoras de néctar y polen, lo que favorece la polinización de las plantas nativas, aportando en la expansión de bosques y selvas, también en la reforestación y reconexión de zonas verdes y ecosistemas urbanos en las ciudades. Adicionalmente, ejercen una importante labor en la producción de plantas para la dieta del ser humano. Se ha reportado que aproximadamente el 70 % de los principales cultivos alimenticios incrementa la producción de frutas o semillas con la polinización animal (Klein, y otros, 2007). Algunas especies de murciélagos y aves consumen frutas, lo que contribuye a la dispersión de semillas por la caída del alimento de sus hocicos o picos durante el vuelo o al ser excretadas (Moreno, 2010).

Por otro lado, las especies de aves y murciélagos que consumen insectos, arácnidos, pequeños vertebrados, entre otros organismos, realizan un importante control biológico, manteniendo el equilibrio en las cadenas alimentarias (Hilty & Brown, 2009) (Muñoz, y otros, 2021) (Birdlife International, 2018); algunos de estos insectos pueden ser inclusive plagas o transmisores de enfermedades para el humano, como dengue, zika o chikunguña (Whelan, Wenny, & Marquis, 2008) (Muñoz, y otros, 2021).



Las aves rapaces, por su parte, mantienen el equilibrio controlando roedores y aves silvestres, también animales que son introducidos y tienen altas tasas reproductivas como las ratas, *Rattus rattus*, y las palomas domésticas, *Columba livia*, ayudando a limitar la transmisión de algunas enfermedades, dada la alta incidencia poblacional de estas especies, principalmente en las urbes (Muñoz, y otros, 2021) (Whelan, Wenny, & Marquis, 2008).

Las aves también proveen servicios culturales y representan un gran recurso económico. La observación de aves es una de las actividades de ocio de mayor crecimiento y una industria multimillonaria en el mundo y, como ya se mencionó, los servicios ecosistémicos en términos de polinización de especies para el consumo humano representan un importante aporte a la economía y seguridad alimentaria (Whelan, Wenny, & Marquis, 2008) (Pacheco, 2013).

Los murciélagos y aves realizan estas importantes tareas de manera silenciosa, el consumo de insectos y plagas, la dispersión de semillas y la polinización de las plantas son servicios de vital importancia para la salud y la regeneración de los bosques y agroecosistemas. La biodiversidad urbana, en especial la presencia de animales silvestres como las aves y murciélagos en nuestros entornos, nos permite apreciar la gran riqueza natural de nuestra ciudad y deleitarnos con su belleza. Por lo tanto, los bogotanos debemos concienciarnos sobre la importancia de estos animales propios de nuestra ciudad, protegerlos y conservarlos (Muñoz, y otros, 2021) (Whelan, Wenny, & Marquis, 2008).

Diferentes estudios han explorado los efectos de paisajes naturales en el estrés y la salud mental y física de los humanos, señalando resultados positivos (Buxton, Pearson, Allou, Fristrup, & Wittemyer, 2021) (Stobbe, Sundermann, Ascone, & Kühn, 2022). El canto de las aves es uno de los elementos destacados de los paisajes sonoros naturales.

1.3. Rutas migratorias de las especies que llegan a Bogotá y Colombia

La colisión de aves migratorias con estructuras construidas por el hombre es un problema mundial que resulta en la muerte de millones de aves cada año. Se ha demostrado que las especies que migran largas distancias o durante la noche son más susceptibles a este riesgo que las residentes o las que migran durante el día (Arnold & Zink, 2011).

Colombia es paso obligado para millones de aves migratorias debido a que nuestros ricos ecosistemas ofrecen a estos animales alimento, refugio y en algunos casos la posibilidad de reproducirse. Durante las diferentes épocas de migración llegan al país más de 270 especies, dentro de las que se encuentran rapaces, aves acuáticas y otras especies menores, que viajan largas distancias tanto de día como de noche (Deinlein, 2008) (Naranjo, Amaya, Eusse-González, & Cifuentes-Sarmiento, 2012).

Algunas aves durante su migración se quedan en nuestro territorio, otras se movilizan por antiguas rutas a diversos lugares de Sudamérica, por la cordillera de los Andes o las costas Atlántica (por la Guyana Francesa y luego se internan en la selva Amazónica) o Pacífica. De acuerdo con el Instituto Smithsonian, los Andes son destino exclusivo de varias especies de aves migratorias.

Datos obtenidos en 2004 por el Smithsonian Tropical Research Institute de Panamá reportan tres millones de individuos, de tres especies de rapaces, entre estos el gavián aludo (*Buteo platypterus*) y el gavián de Swainson (*Buteo swainsoni*), los cuales surcan el istmo en dirección a Colombia (Ventocilla, 2007).

Algunas de estas aves migratorias llegan a Bogotá, como la reinita pechirrayada (*Cardellina canadensis*), la reinita naranja (*Setophaga fusca*), el atrapamoscas boreal (*Contopus cooperi*), el atrapamoscas occidental (*Contopus sordidulus*) y el atrapamoscas oriental (*Contopus virens*) (Sterling, 2009). Gran parte de las aves migratorias, que entre octubre y mayo se observan en los parques de Bogotá, anidan en Norteamérica; algunas al norte de los Estados Unidos y otras en Canadá, como, por ejemplo, el degollado (*Pheucticus ludovicianus*) o el víreo ojirrojo (*Vireo olivaceus*) (McKeating & Pluciennik, 1990) (Kavanagh & Leung, 2000), dos pájaros menores que vuelan hasta 22.000 kilómetros en su travesía migratoria de ida y vuelta (Deinlein, 2008).

Desde hace siglos estas especies han encontrado refugio y alimento en los ecosistemas acuáticos (humedales) y terrestres (bosques nativos) de la Sabana de Bogotá y desde hace más de sesenta años en los árboles de los parques y jardines urbanos (Borrero, 1945). Algunas migratorias se quedan en la ciudad o en la sabana, mientras que otras reponen fuerzas y continúan su trayecto, pues su destino es el sur de Brasil o el norte de Argentina, entre otros distantes lugares (Narosky & Henschke, 2005) (Develey & Endrigo, 2004).

La tingua azul (*Porphyrio martinica*) es la especie que migra en mayores números a nuestra ciudad, atravesando la cordillera Oriental, desde los Llanos Orientales hasta la Sabana de Bogotá, entre los meses de octubre y marzo. Generalmente viajan durante la noche, lo que las hace vulnerables a diferentes riesgos, incluido el de colisión contra edificaciones.

El cuco americano (*Coccyzus americanus*) es otra ave migratoria que llega a Bogotá, que también se moviliza durante la noche, pues se orienta por la ubicación de las estrellas. Su meta migratoria es llegar a la zona sur de Argentina y mientras eso sucede, hace paradas obligadas de descanso en las islas del Caribe colombiano y venezolano, luego en Bogotá, desde donde despegan hacia Brasil, Paraguay y Chile, para luego retornar hacia los Estados Unidos y México.



Los esfuerzos para evitar y mitigar las colisiones de aves no solo benefician a las poblaciones locales, también a millones de aves de otras partes del mundo que migran anualmente.



ALAS PARA GRANDES VUELOS

aves migratorias en Colombia

Aves migratorias Colombia, © WWF Colombia

Águila migratoria o gavián albancho
Buteo platypterus platypterus

Viaja **8800 km** por trayecto

Origen: **sur de Canadá**

Destino: (hasta el) **norte de Bolivia**



Pato careto o canadiense
Anas discors

Viaja **8000 km** desde
Origen: **Canadá y Estados Unidos**

Destino: **Suramérica**



Reinita rayada
Dendroica striata

Recorre hasta **3500 km** en
88 horas de vuelo, sin paradas.

Origen: **Alaska y norte de Canadá**

Destino: **norte de Suramérica**

RUTAS CENTRO AMERICANAS

Quincha de Soatá (colibrí)
Amazilia castaneiventris

Migración local:
habita entre los **120 y 2200 metros**, en **Santander y el sur de Bolívar**.

En peligro crítico.



CORREDORES ANDINOS

CORREDOR MÉRIDA LLANOS



CORREDOR ORINOQUIA AMAZONIA

Existen tres grandes rutas de distribución de aves migratorias en **Colombia** que provienen de **Norteamérica**.



Elaenia austral o fiofio grande
Elaenia spectabilis

Origen: **norte de Argentina y Uruguay, sur de Bolivia y Paraguay y este de Brasil**

Destino: **en el invierno llega hasta el Vaupés, en la Amazonia colombiana.**

Amenazas

- ✗ Destrucción y alteración de sus hábitats.
- ✗ Contaminación.
- ✗ Cacería y tráfico ilegal.

10
con categoría de amenaza

14,5 %

de las aves en Colombia son migratorias.

275 aves migratorias registradas

154 provienen de **Norteamérica**

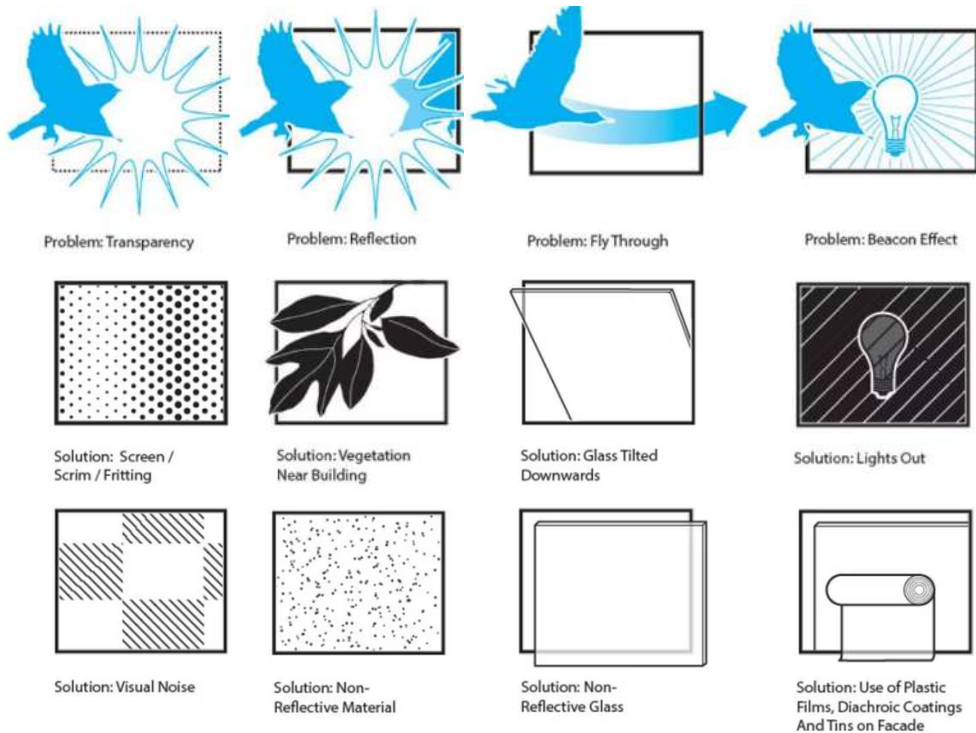
23 vienen del sur de **Suramérica**

25 son aves **marinas**

1.4. Consecuencias de las colisiones en aves y murciélagos

Se estima que entre el 50 y el 90 % de las aves mueren después de un choque (City of Calgary, 2011). La colisión contra un vidrio suele ocasionar a las aves hemorragia intracraneal. La falta de oxígeno en el cerebro, que esta produce, puede matarlos en poco tiempo.

En caso de encontrar un animal que ha colisionado, se solicita llamar a la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) con el objetivo de que reciba, de manera oportuna, la atención medicoveterinaria, biológica y zootécnica requerida.



<https://www.scapestudio.com/projects/bird-safe-building-guidelines/>

¿Dónde informar una colisión de un ave?



Línea de atención:

317 427 6828 - 318 827 7733
Fijo: (601) 3778899

Correo: fauna@ambientebogota.gov.co

2. El vidrio y otros factores que inciden en la colisión de aves y murciélagos

Se estima que las aves vuelan desde hace 120 millones de años y existen desde hace 160 millones de años. Desde entonces sus capacidades visuales se han adaptado muy bien a su medio, sin embargo, no han tenido oportunidad para adaptarse a un material creado por el hombre, cuyo uso se popularizó hace poco más de 300 años: el vidrio, las aves simplemente no pueden percibirlo como un obstáculo.

La velocidad de su vuelo, que les da poco tiempo para reaccionar ante imprevistos, y la poca visión estereoscópica o binocular, que disminuye la capacidad para medir las distancias, en el caso de la mayoría de aves que tienen los ojos a los lados de la cabeza, propicia los choques de estas contra el vidrio y otros elementos de visibilidad reducida de las edificaciones.

2.1. Transparencia

Es la característica más reconocida como causa de colisiones de aves. Estas ven árboles o el cielo al otro lado del vidrio y se dirigen hacia ellos. A mayor transparencia, mayor peligro de colisión (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).



<https://www.bund-nrw.de/themen/vogelschlag-an-glas/>

2.2. Reflexión

Es reconocida como la segunda característica que causa más colisiones de aves. Depende del tipo de vidrio; de la iluminación interior del edificio y del entorno, y de la presencia de vegetación o de un espacio o elemento natural (como el cielo) que puedan ser reflejados (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008). Las aves no distinguen un reflejo de la realidad, por ello también deben evitarse los elementos reflejantes (verticales) en medio de espacios naturales.



2.3. Superficies verticales lisas

Para los murciélagos, las superficies verticales y lisas, como los vidrios de las ventanas, son puntos ciegos y pueden estrellarse contra ellas, con las mismas consecuencias que para las aves. Esto es debido a las propiedades de espejo acústico de estas superficies, en las cuales las ondas de ecolocalización se reflejan lejos del individuo que las emite y no regresan desde la posición de la superficie. Las superficies rugosas, por otro lado, producen ecos claros, por lo que los murciélagos no chocan contra estas. Sin embargo, estos mamíferos son capaces de evitar el obstáculo dependiendo del ángulo de aproximación, la cercanía y el número de ondas emitidas, esto hace parte del comportamiento desplegado por ellos cuando necesitan más información del lugar en el cual se encuentran (Greif, Zsebok, Schmieder, & Siemers, 2017).

Según investigadores del Instituto Max Planck de Ornitología de Alemania, los murciélagos pueden detectar superficies horizontales lisas con su habilidad de ecolocalización, porque en la naturaleza se asimilan al agua estancada, pero no superficies verticales lisas como el vidrio, porque en la naturaleza no hay nada que se le parezca.

2.4. Tipos de vidrio

El vidrio normal puede ser transparente o reflectante según la hora del día, el tiempo o estado atmosférico, el ángulo de visión y otras variables.

El vidrio de alta reflectancia (alrededor de 45 % de reflectancia exterior), llamado vulgarmente «vidrio espejo», es muy peligroso para las aves por su mayor capacidad de reflexión, que le permite mimetizarse con el cielo o la vegetación circundante en casi todo momento del día (City of Calgary, 2011). Si es absolutamente necesario un vidrio de protección solar, su reflexión debe ser controlada con elementos complementarios.

El vidrio de colores puede reducir las colisiones si no es muy reflectante o brillante (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

Los vidrios de baja reflexión pueden ser menos peligrosos en algunas ocasiones pero también pueden generar el «efecto pasaje» o de vacío oscuro, a través del cual las aves intentan volar (City of Portland, 2012). Se recomiendan vidrios de 15 % de reflectancia o tasa de reflexión exterior como máximo. Para estos vidrios, la protección del sol y del calor debe asegurarse con los recursos adicionales adecuados (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008). Entre menos reflectante es el vidrio, es más transparente.

Los vidrios translúcidos, los paneles de aislamiento difusores de luz y los bloques de vidrio son seguros para las aves.

Existen vidrios aislantes con capilares que permiten el paso de la luz pero protegen del sol y del resplandor. Tienen el aspecto de los vidrios translúcidos.

Metales planos y altamente reflectantes pueden presentar para las aves los mismos problemas que el vidrio.

2.5. Características cambiantes del vidrio

El peligro aumenta cuando existe vegetación en el interior de la edificación y esta puede verse desde el exterior, sumado a que el interior sea igual o más iluminado que el exterior. La atracción de las aves hacia la vegetación se incrementará por la diferencia de los niveles de iluminación entre el interior y el exterior.

La tasa de reflexión del vidrio depende de que el exterior esté más iluminado que el interior. Cuando el interior está más iluminado que el exterior, el vidrio reflectante se hace más transparente.

Grandes superficies de vidrio fragmentadas en pequeñas unidades por peinazos, travesaños o elementos de una estructura portante son peligrosas.

Se recomiendan cuarterones o pequeñas unidades no mayores a 10 x 28 cm. Las aves pueden estrellarse contra unidades de 40 x 40 cm, mínimo (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

Las cubiertas de vidrio y otras superficies del mismo material muy inclinadas no son un peligro para las aves fuera de la edificación, sin embargo, cuando las cubiertas son muy grandes, y las aves pueden llegar debajo de ellas, son peligrosas cuando estas levantan el vuelo e intentan llegar al cielo a través del vidrio.



En general las cubiertas de vidrio deberían contar con elementos que permitan evitar la fuga de luz interior en horario nocturno, para evitar el aporte a la contaminación luminica (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

Los vidrios muy convexos no son peligrosos, ni siquiera cuando son altamente reflectantes, porque sus reflejos son distorsionados e irreconocibles (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

Hacer que los vidrios reflejen el suelo y no el cielo, inclinándolos, es una medida conveniente para proteger a las aves (City of Calgary, 2011).

2.5.1. Efecto pasaje o agujero negro

Las aves suelen volar por espacios estrechos entre hojas, ramas, cavidades de nidos y otras pequeñas aberturas. Con poca luz, el vidrio se puede ver negro, simulando estos espacios estrechos o pasajes, por los que las aves intentan volar.

A su vez, cuando se imitan hojas y ramas y se crean pequeñas aberturas, por ejemplo para mimetizar una estación radioeléctrica, deben utilizarse materiales que no hagan daño a las aves por roce o contacto.

2.6. Iluminación artificial

El grado de iluminación es un indicador esencial de los periodos diurnos y nocturnos, actuando como un regulador del ciclo circadiano de los organismos. Las especies han evolucionado en relación con estos ritmos biológicos, adaptando su respuesta a las condiciones del entorno (Barentine, 2019).

La fauna silvestre está expuesta a un máximo de 0.3 luxes en los ecosistemas naturales durante la noche en época de luna llena, mientras que en ambientes antropizados, la luz artificial puede llegar a 20 luxes (Navara & Nelson, 2007). Este aumento en la intensidad lumínica genera una gran variedad de efectos nocivos principalmente en la ecología del comportamiento de los animales, alterando la búsqueda de alimento, reproducción, orientación, migración, comunicación, competencia y predación (Navara & Nelson, 2007). En algunas especies de aves ocurre que las atrae a lugares donde pueden ser presa fácil de depredadores o las desvía de su trayecto natural, convirtiéndose en una verdadera trampa (Silva, y otros, 2020). La contaminación lumínica puede ser la forma de contaminación más generalizada y, al mismo tiempo, a la que se le presta menos atención.

Recomendada



No recomendada



Se documentan en Europa y especialmente en los Estados Unidos colisiones en masa de aves migratorias atraídas por las luces interiores de los rascacielos, fenómeno que se acentúa con el mal tiempo o la niebla. Esto también puede suceder en plataformas petroleras, edificaciones en alta montaña, torres de iluminación y otras estructuras iluminadas. El exceso de iluminación también afecta a otros animales, especialmente a los insectos (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).



85 % de las 3.000 especies de mariposas

de Europa central **son nocturnas y están al borde de la extinción** por el exceso de iluminación, la transformación de sus hábitats y los plaguicidas. Se estima que 150 billones de insectos mueren cada año solamente por el alumbrado público alemán. (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008)



En un estudio de 40 años en el que se analizaron más de 70.000 colisiones nocturnas de aves migratorias, se descubrió que estas pueden desorientarse por la luz artificial nocturna de edificios y enviar llamadas de vuelo que pueden llevar a la muerte a otras aves cercanas (winger, y otros, 2019).

La iluminación del cielo desde abajo compromete el sentido de orientación de las aves migratorias, también puede deslumbrarlas, lo que hace que vuelen horas sin rumbo o en círculos y se agoten o estresen y mueran. El desperdicio de energía (sobreiluminación) y la mala orientación de las luminarias de exteriores y del alumbrado público contribuyen a esta problemática, así como los reflectores, láseres y otras formas de iluminación que apuntan hacia arriba (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

El exceso de iluminación perjudica al ser humano y al resto de los animales, especialmente a los insectos. «Afecta a la producción de melatonina, que promueve el sueño, regula el equilibrio fisiológico y estimula el sistema inmunitario y la producción de hormonas en los seres humanos, animales y plantas».



Gráficas: Bird-Safe Building Guidelines

2.7. Características de la edificación

2.7.1. Localización y orientación

La localización de una edificación con fachada sobre un espacio abierto con vegetación exige un diseño cuidadoso de la fachada en cuestión, para prevenir colisiones de las aves contra los vidrios y no afectar los elementos naturales de dicho espacio abierto con la iluminación que proviene de la edificación.

La localización de una edificación sobre una montaña u otro accidente sobresaliente de la topografía puede aumentar el efecto de su iluminación interior artificial sobre las aves (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

La localización y la orientación de la edificación, respecto a la vegetación existente, pueden contribuir a que esta se refleje en sus vidrios, generando un hábitat atractivo pero peligroso para las aves.

2.7.2. Diseño

Las fachadas de vidrio (en especial de vidrio de alta reflexión) que reflejan el cielo, son un problema para las aves que las perciben como un «pasaje abierto», particularmente aquellas que vuelan rápido, como las rapaces. La edificación debe contar con elementos visuales que den bordes definidos a ese mimetismo con el cielo, lo eliminan o fragmenten. La combinación de este tipo de vidrio y los árboles cercanos a la fachada también puede dar a las aves la sensación equivocada de un espacio favorable (City of Calgary, 2011). El manejo del paisajismo con fachadas de vidrio de alta reflexión es un reto exigente y puede ser preferible que no se use este tipo de vidrio cuando primen los elementos vegetales.



Por transparencia o reflexión los siguientes elementos arquitectónicos compuestos mayoritariamente o totalmente por vidrios se convierten en trampas para las aves: esquinas; corredores, pasillos y pasarelas exteriores que comunican dos elementos de una edificación; pantallas contra ruido; invernaderos; fachadas enfrentadas de dos edificios; callejones sin salida; cerramiento de patios con vegetación adentro de ellos; antepechos en balcones y terrazas (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008). El vidrio que refleja arbustos y árboles causa más colisiones que el que refleja pavimentos y hierba (Klem, Farmer, Saenger, Delacretaz, & Gelb, 2009).

Los arbustos y árboles más altos se correlacionan con más choques de aves contra los vidrios donde se reflejan. Los techos verdes y jardines en las terrazas pueden proporcionar alimento y nido para las aves, sin embargo, los vidrios de la fachada del primer piso adyacente a estos deben considerarse de alto riesgo y cumplir con un estándar más estricto de seguridad para las aves. La guía de la ciudad de Calgary recomienda un distanciamiento de entre 10 y 28 cm entre los elementos de fachada que se utilicen para fragmentar visualmente grandes superficies de vidrio (City of Calgary, 2011). En las áreas de mayor riesgo recomienda el distanciamiento mínimo de 10 cm. Las mallas en espacios abiertos también pueden convertirse en trampas para las aves, por el tamaño de sus huecos.

Una malla de aberturas superiores a 2 cm de diámetro permite el paso de varias especies de aves, diámetros superiores a 6 cm permiten el paso de palomas (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008). Las aves rapaces diurnas y nocturnas pueden quedar atrapadas en mallas de nailon (*nylon*) de aberturas de 10 cm de lado o superiores, como las que se utilizan en el cerramiento de campos deportivos, lo que puede dañar gravemente sus alas y plumaje. En Bogotá se han encontrado aves rapaces enredadas en alambres de púas, que se utilizan como medida de seguridad en la corona de los muros, con poca tensión y separaciones entre los alambres de hasta 20 cm. En general, los cables, alambres, cuerdas e hilos utilizados como tensores son peligrosos para las aves, cuando no son muy visibles y se encuentran entre vegetación.

2.7.3. Tamaño

La localización de una edificación con fachada sobre un espacio abierto con vegetación exige un diseño cuidadoso de la fachada en cuestión, para prevenir colisiones de las aves contra los vidrios y no afectar los elementos naturales de dicho espacio abierto con la iluminación que proviene de la edificación.

La localización de una edificación sobre una montaña u otro accidente sobresaliente de la topografía puede aumentar el efecto de su iluminación interior artificial sobre las aves (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

La localización y la orientación de la edificación, respecto a la vegetación existente, pueden contribuir a que esta se refleje en sus vidrios, generando un hábitat atractivo pero peligroso para las aves.

2.8. Otras problemáticas asociadas con las edificaciones

2.8.1. Anidación de aves y refugio de murciélagos en las edificaciones



Hirundo rustica - Golondrina común

La pérdida de hábitat es una de las principales razones de pérdida de la biodiversidad, también ha obligado a las especies de fauna remanentes a acostumbrarse a la vida en un entorno antropizado. El crecimiento de las zonas urbanas en Colombia ha fragmentado y homogenizado el paisaje de los ecosistemas naturales. Según datos del IDEAM (s. f.), en 1990 la superficie boscosa del país era el 56.4 %; en 2010, el 53 %; en 2014, el 51.6 %, y en 2015 incluyó 124.035 nuevas hectáreas.

Esto nos indica la enorme cantidad de árboles que ha dejado de brindar refugio a diferentes especies de aves y murciélagos. La fauna nativa que habita en la ciudad hace uso de sus

espacios y construcciones, lo cual suscita una competencia entre fauna y sociedad (Baptiste-Ballera, 2002).

Otro factor que pone en riesgo la permanencia de las aves en los espacios urbanos es la poca oferta de árboles seniles o muertos en pie, debido principalmente a que son talados. Esto obedece a la demanda de pulpa de madera y a la necesidad de salvaguardar la integridad física de los ciudadanos y sus bienes (Salas, 1999).

Por su parte, los murciélagos buscan lugares altos dentro de las edificaciones para refugiarse, especialmente si cuentan con aberturas hacia el exterior, ubicadas también a buena altura. Adicionalmente, los murciélagos insectívoros escogen lugares cercanos a postes de alumbrado público u otros elementos de la iluminación exterior, debido a la oferta de insectos que estos atraen. Se pueden evitar estas características en las edificaciones para limitar los conflictos entre los murciélagos y los humanos y también hacer refugios artificiales (cajas para murciélagos) lejos de las edificaciones, donde pueda ser necesario (Pérez, y otros, 2019).

2.8.2. Manejo de nidos y huevos en paisajismo previo a urbanismo o construcción

El proceso de urbanización tiene un impacto directo sobre la cobertura arbórea, lo que destruye o modifica el hábitat de muchas especies locales, rompe procesos ecológicos y crea nuevos hábitats para especies con alta capacidad de tolerancia al disturbio (McCallum y Dobson, 2002; Adams, 2005; Tovar, 2019). Por esto es necesaria la formulación de estrategias que protejan a las especies de aves silvestres de este disturbio y disminuyan los efectos negativos que produce.

El Decreto 1076 de 2015, "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible", en el Artículo 2.2.1.2.25.1. Prohibiciones, estipula:

"por considerarse que atenta contra la fauna silvestre y su ambiente, se prohíben las siguientes conductas, en conformidad con lo establecido por el artículo 265 del Decreto-Ley 2811 de 1974 (...):

8. Destruir o deteriorar nidos, guaridas, madrigueras, cuevas, huevos o crías de animales de la fauna silvestre o los sitios que les sirven de hospedaje o que constituyen su hábitat.

9. Provocar la disminución cuantitativa o cualitativa de especies de la fauna silvestre."

Adicional a esto, según el Decreto 531 de 2010 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, “Por el cual se reglamenta la silvicultura urbana, zonas verdes y la jardinería en Bogotá y se definen las responsabilidades de las Entidades Distritales en relación con el tema y se dictan otras disposiciones”, y el Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá del Jardín Botánico de Bogotá “José Celestino Mutis”, se reconoce que una de las funciones más apreciadas del arbolado urbano es su capacidad de proveer un territorio de vida o refugio a diferentes especies de aves. Para proteger esta fauna, el artículo 6 del Decreto Distrital 383 de 2018, “Por medio del cual se modifica y adiciona el Decreto Distrital 531 de 2010, y se toman otras determinaciones”, establece que “el tratamiento de poda (...) en espacio público de uso público y en los espacios privados, requerirá de autorización por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente, el cual se entenderá otorgado con la aprobación del Plan de Podas elaborado por el peticionario, mediante decisión emitida por la Secretaría Distrital de Ambiente”. Dicho plan de acción debe contener las medidas de manejo de la avifauna previas a realizar la intervención.

3. Métodos para evitar colisiones de aves

3.1. Paisajismo, orientación y diseño de fachadas

Las aves, murciélagos y fauna silvestre en general emplean los elementos lineales del paisaje, tales como ríos, quebradas, canales, cadenas montañosas, bordes de bosque u otras áreas verdes urbanas, cercas vivas, separadores arborizados y otros paisajes naturales, entre otros, como guía para sus desplazamientos locales o migratorios.



Foto: Wild birds and Window Collision.

El diseño de los jardines exteriores e interiores de las construcciones puede hacer que la ubicación espacial de los elementos naturales y artificiales sea paralela a los elementos lineales del paisaje circundante. La ubicación perpendicular de áreas verdes (antepardines, jardines, muros y techos verdes, entre otros) respecto a los elementos lineales del paisaje circundante, aumentaría la probabilidad de colisión con la fachada y ventanales de las edificaciones u otros elementos de origen antrópico allí presentes (De la Zerda & Rosselli, 2003) (Prinsen, Smallie, Boere, & Pires, 2012).

En todo caso, se debe poner especial atención en el diseño de las fachadas colindantes con elementos de la EEP (corredores ecológicos de ronda; áreas protegidas, etc.), parques en todas sus modalidades, techos verdes, andenes y separadores arborizados y otros paisajes naturales, para prevenir colisiones contra los vidrios y hábitats atractivos y peligrosos para las aves.

La plantación de árboles es necesaria y deseable, pero su combinación con fachadas de vidrio o con gran presencia de este material y sin las debidas precauciones en el diseño puede ser perjudicial para las aves. Se deben evitar los reflejos de la vegetación y los hábitats atractivos pero a la vez peligrosos para estas.



Foto: Secretaría Distrital de Ambiente.

Se recomienda colocar la vegetación exterior lejos de las edificaciones y si esto no es posible, se deben aplicar todas las medidas preventivas necesarias en la edificación. También existe la posibilidad de colocar la vegetación exterior a menos de un metro de la edificación, cuando esta lo permita, y preferiblemente adosada a la fachada (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

Otros elementos del paisajismo como arbustos de bayas y frutas; la presencia de semillas; los residuos mal dispuestos consecuencia de la ubicación de mobiliario urbano; las fuentes y espejos de agua y otras características o elementos arquitectónicos pueden atraer a las aves a espacios donde están expuestas a amenazas, además del vidrio, como las mallas, vehículos, animales de compañía o seres humanos (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

La vegetación interior no debe verse desde el exterior, el peligro aumenta si el interior es igual o más iluminado que el exterior. No es recomendable colocar plantas grandes o plantas en macetas detrás de las ventanas (en el interior de las edificaciones) o de antepechos de vidrio de balcones y terrazas, pues atraen a las aves hacia los vidrios.

3.2. Control a la contaminación lumínica en exteriores

Esta ocurre cuando la luz artificial contribuye a la iluminación del cielo nocturno y afecta negativamente a muchas especies y comunidades biológicas. En el caso de la fauna migratoria, principalmente nocturna, la luz artificial puede interferir en su capacidad de navegación y para realizar desplazamientos de larga distancia, fundamentales para su ciclo de vida. También, puede alterar el ciclo circadiano y la fisiología, comportamiento y/o temperamento de la fauna silvestre residente y migratoria, reduciendo esto las opciones de supervivencia o el rendimiento reproductivo.

Además, puede atraer a depredadores y especies invasoras, que representen una amenaza para especies migratorias, endémicas o amenazadas; tener un efecto indirecto al cambiar la disponibilidad de hábitats o recursos alimenticios e incrementar la probabilidad de colisiones con infraestructuras, promovidas por la necesidad de la fauna silvestre de buscar lugares más tranquilos y oscuros (Commonwealth de Australia, 2020) (Watson, Wilson, & Mennill, 2016).

Con base en lo anterior se sugiere:

- Evitar las fuentes de luz que apunten directamente a las áreas verdes externas e internas de las edificaciones, donde la fauna silvestre descansa y anida.
- La iluminación de los espacios verdes o naturales, cuando sea estrictamente necesaria, debe diseñarse cuidadosamente para cumplir su finalidad sin afectar la oscuridad que requiere la naturaleza durante la noche.
- Empezar con oscuridad natural y sólo añadir fuentes lumínicas para fines específicos y en lugares estratégicos.
- Emplear controles de luz adaptativos para gestionar el tiempo de iluminación (temporizadores), intensidad (atenuadores) y color de la luz, teniendo en cuenta que la mayoría de animales son sensibles a la luz ultravioleta y algunas aves al amarillo/naranja de mayor longitud de onda (Commonwealth de Australia, 2020).
- Son recomendables los sensores de movimiento para encender las luces en exteriores, sin embargo, entre estos, son preferibles los sensores inteligentes, a los cuales se les puede delimitar el área que controlan y las características del movimiento al que reaccionan, esto para evitar que las luces se enciendan, por ejemplo, por el vuelo de una mariposa, por una bolsa arrastrada por el viento o por un estímulo exterior al área que quiere iluminarse y controlarse.
- Usar solo iluminación con temperatura de color de 3000 K [temperatura Kelvin] o menor para reducir la luz azul (fría), que es más dañina para muchas especies de animales (MINVU, 2017).

- Ubicar las luces lo más cerca posible del nivel del suelo, dirigidas hacia abajo y protegidas para evitar difusiones excesivas de luz.
- Ubicar las luminarias sobre superficies oscuras y no reflectantes.
- Evitar todas las formas de iluminación hacia el cielo o alumbrar objetos desde abajo, mediante reflectores, láseres y dispositivos similares, que suelen utilizarse por motivos publicitarios, artísticos o arquitectónicos, entre otros. A su vez, el alumbrado público y los elementos del alumbrado de exteriores, incluso las mismas edificaciones, deben evitar irradiar luz hacia arriba. También debe evitarse la iluminación horizontal, que en ocasiones se usa por razones de seguridad o paisajismo.
- Focalizar la iluminación, es decir, iluminar estrictamente lo que se quiere o debe iluminar, con la intensidad requerida, evitando el desperdicio de luz y energía.
- Son recomendables los recursos (cortinas, persianas, blackouts, etc.) para evitar que la luz escape de la edificación durante la noche.
- Las edificaciones de gran altura o las que estén ubicadas a gran altura (como en una montaña, por ejemplo) deben especialmente evitar la iluminación nocturna innecesaria o excesiva y las fugas de luz de la edificación.
- Las lámparas de vapor de mercurio, ya obsoletas desde la aparición de la tecnología LED (de diodos emisores de luz), tienen un espectro con mayor porcentaje de luz ultravioleta que las de vapor de sodio o de halogenuros metálicos, también obsoletas, y atraen a muchos más insectos cuando se usan en iluminación externa, lo cual es perjudicial para estos. Se recomienda cambiarlas una vez termine su vida útil por tecnología LED.



3.3. Recomendaciones arquitectónicas generales

El diseño debe lograr que los primeros tres o cuatro pisos de la edificación sean muy visibles para las aves (City of Calgary, 2011) (City of Portland, 2012). Esta medida depende de la presencia de vegetación, que pueda reflejarse en la fachada, y de la altura de la misma. Las partes del edificio cercanas a la copa de los árboles deben considerarse críticas.

Se debe poner especial atención en el diseño de las fachadas colindantes con elementos de la EEP (corredores ecológicos de ronda; áreas protegidas, etc.), parques en todas sus modalidades, techos verdes, andenes y separadores arborizados y otros paisajes naturales, para prevenir colisiones contra los vidrios y hábitats atractivos y peligrosos para las aves. También deben evitarse estas situaciones, sin las medidas de arquitectura amigable con las aves:

Imagen tomada del documento: Edificaciones, cristales y aves.



- Los cerramientos en vidrio alrededor de patios o espacios interiores con vegetación.
- Las transparencias arquitectónicas (con uso de vidrio) que permitan la visibilidad desde el exterior de espacios vegetados interiores o de vegetación al otro lado de la edificación.
- Los reflejos de vegetación exterior en las fachadas de los edificios

En los volúmenes arquitectónicos que dan forma a un patio deben utilizarse materiales opacos, especialmente en los bordes y esquinas, para que estos sean claramente definidos para las aves, y evitar los vidrios reflectantes. Los patios con vegetación son más atractivos para estas y requieren mayor prevención en el diseño, pero puede haber elementos diferentes a la vegetación que también atraigan a las aves.

En el diseño de las fachadas se recomienda evitar las superficies totalmente de vidrio y los vidrios de alta reflexión. Son recomendables los antepechos, jambas y muros en materiales no reflectantes para fragmentar visualmente la superficie de cristal. También son recomendables todos los elementos exteriores de protección solar pasiva o aquellos que generen sombras.



3.4. Recomendaciones para edificaciones nuevas

Ya se consiguen en el mercado colombiano vidrios amigables con las aves (*bird friendly*). Entre estos existe la opción de los vidrios laminados, que son aquellos formados por dos láminas de vidrio unidas con una película plástica, que en este caso cuentan con patrones UV (ultravioleta), de puntos o de otro tipo. Los patrones UV son invisibles para el ojo humano pero no para las aves (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008). Son tan durables como el vidrio mismo, pues este protege la película. Obviamente son más costosos que el vidrio transparente convencional.

Cuando se utilice vidrio en balcones, esquinas, invernaderos, pasarelas de cristal o pantallas antirruido, este no debe ser transparente o debe tener marcas muy visibles.

En general, para resolver la transparencia, el vidrio puede ser corrugado; translúcido; serigrafiado; esmaltado; esmerilado; coloreado; dicroico; pulido con arena; tratado con ácido (para lograr un efecto mate), tintes químicos o impresión cerámica (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).



Vidrio tratado con ácido



Vidrio dicroico



Vidrio serigrafiado



Vidrio esmerilado

Para reducir la transparencia del vidrio, la solución, si es accesoria, debe cubrir toda el área de la ventana, no solo una parte (como ocurre con las siluetas de rapaces) y colocarse en la cara exterior del vidrio, para que sea visible y también reduzca los reflejos. En la cara interior no contribuye a reducir la reflectancia.

Foto1 : <https://garciaindustriasdelvidrio.com/> Foto2: <https://arquitecturayempresa.es/> Foto 3: <https://pro-glass.com/> Foto 4: <https://www.freepik.es/>



Se recomienda el uso de toldos, persianas exteriores y similares, para cubrir el vidrio del primer piso. Estos elementos son recomendables en todas las áreas problemáticas de la edificación (City of Calgary, 2011).

Las cortinas, persianas interiores y blackouts ayudan a hacer más opacos los vidrios transparentes (City of Calgary, 2011), también son un buen recurso para evitar las esquinas transparentes.



<https://pxhere.com/es/photo/856354>

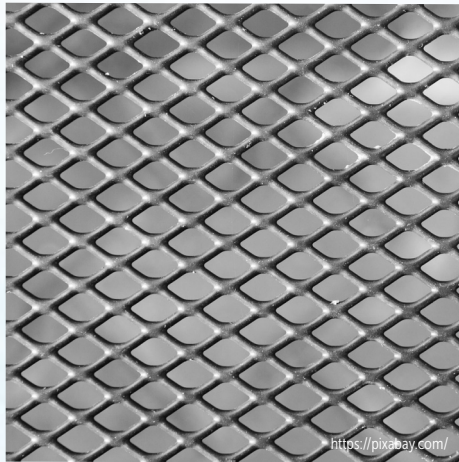
Hay un gran repertorio de elementos exteriores a las ventanas o a las fachadas de vidrio que hacen a la edificación amigable o segura para las aves, entre ellos:

- Celosías
- Mallas metálicas con aberturas menores a 2 cm.
- Los sistemas de parasoles fijos o móviles
- Filtros solares
- Persianas exteriores desplazables
- Enrejados de madera
- Estructuras reticulares

Filtros solares



Mallas metálicas con aberturas menores a 2 cm.



Enrejados de madera



Las rejillas de ventilación pueden ser peligrosas para las aves. Se recomiendan aberturas menores a 2 cm de diámetro (City of Calgary, 2011).

Un recurso para evitar el reflejo del cielo y del paisaje circundante es hacer que los vidrios reflejen el suelo, inclinándolos. Se recomiendan ángulos entre 20 y 40 grados (City of Calgary, 2011). Adicionalmente el ángulo puede reducir la fuerza del impacto de una colisión.

A continuación algunos de los accesorios que pueden colocarse en las ventanas. Todos deben colocarse en la cara exterior del vidrio o de la ventana:

- Cuerdas: son muy efectivas las cuerdas delgadas colgando del lado superior del marco de la ventana, separadas entre ellas 10 cm y con su extremo inferior libre, para permitir el movimiento por el viento.

- Angeo (mosquitero): aunque se pueden presentar colisiones, este material protege a las aves amortiguando el impacto.

- Elementos colgantes: se pueden fabricar específicamente para las ventanas, de cualquier forma o color. Se recomienda que sus componentes estén a corta distancia entre sí y que el elemento tenga cierta libertad de movimiento. Pueden utilizarse tiras de plástico (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

- Vinilo microperforado adhesivo: es poco visible desde el interior (para los humanos). Pueden imprimirse diseños en el exterior. Elimina el reflejo y la transparencia del vidrio (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008). Es costoso.

- Puntos: estos pueden pintarse directamente sobre el vidrio o sobre un adhesivo, mínimo 5 mm de diámetro, también pueden utilizarse láminas adhesivas transparentes con tramas de puntos. Se recomiendan materiales indelebles y colores opacos pero que contrasten bien con el fondo, para que las aves puedan verlos. Los colores naranja, azul, verde y amarillo dieron los mejores resultados en laboratorio. Se recomienda también que la retícula de puntos tenga una cobertura del 25 % de la superficie del vidrio. Algunos autores recomiendan que sean brillantes (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).



<https://phifer.com/>



<https://es.aliexpress.com/>

☛Cintas adhesivas o líneas pintadas: pueden hacerse diseños o simplemente colocarlas verticalmente. Se ha probado que los patrones verticales y que imitan telarañas son más efectivos. Para un ancho de cinta o de línea de 2 cm se recomiendan 10 cm máximo entre una y otra. Para un ancho de 1 cm se recomiendan 5 cm máximo entre cintas o líneas. En el caso de las líneas, deben ser realizadas con materiales indelebles y colores opacos. Los colores naranja, azul, verde y amarillo dieron los mejores resultados en laboratorio. Se recomienda una cobertura del 15 % de la superficie del vidrio.

☛Siluetas de aves en adhesivo: solo funcionan si cubren gran parte del vidrio. Si se colocan aisladas, las aves se estrellan en la parte descubierta del vidrio (City of Calgary, 2011) (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008). Las aves no reconocen a los adhesivos como otras aves, solamente detectan las formas oscuras.

☛Calcomanías o pegatinas translúcidas: deben colocarse muchas, para cubrir gran parte del vidrio, de lo contrario las aves se estrellarán contra el área descubierta del mismo.

☛En general, los elementos adhesivos no son muy durables y hay que prever su recambio, lo que los hace costosos. En el caso de los elementos pintados, dependiendo de su durabilidad, puede suceder lo mismo.



Fotografía: Jardín Botánico de Bogotá

3.5. Iluminación en interiores

Evitar los dispositivos de iluminación que apunten hacia arriba, donde las cubiertas (transparentes) permitan que escape la luz.

Contar con luces de tarea (por ejemplo, una lámpara de escritorio) y seccionar la iluminación de pisos y locales para que no deban ser encendidas todas las luces innecesariamente (City of Calgary, 2011).

Utilizar sensores de movimiento para que las luces estén apagadas la mayor cantidad de tiempo posible, así como sistemas de apagado automático (temporizadores) de las luces cuando ya no estén en uso, para evitar la sobreiluminación que puede escapar de la edificación.

Evitar diseños del volumen arquitectónico que permitan que este ilumine hacia arriba u horizontalmente cuando sus luces interiores estén encendidas.



Se recomienda complementar las medidas de iluminación con elementos como cortinas, persianas interiores, *blackouts*, etc., que impidan que la luz interior ilumine el exterior, especialmente en noches con niebla o nubes bajas o en lugares donde se hayan presentado colisiones nocturnas frecuentes.

Se recomienda promover el hábito de cerrar o bajar estos elementos en horas de la noche o automatizarlos para que se cierren o bajen en horario nocturno (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

Debe evitarse la iluminación nocturna (interior) de edificios enteros cuando sus instalaciones no estén siendo utilizadas, también debe mitigarse el efecto de esta iluminación, cerrando cortinas y persianas o bajando *blackouts*, cuando sea inevitable hacer aseo en este horario.

La correcta orientación de la iluminación interior en edificios altos debe verificarse periódicamente.

En el caso de las luces para seguridad aérea son preferibles las luces blancas intermitentes (a intervalos de al menos tres segundos) que las rojas, los cañones de luz y luces giratorias (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).

3.6. Recomendaciones para edificaciones existentes

Una cortina no aporta nada al vidrio reflectante pero sí a uno transparente (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008). Las esquinas transparentes deben controlarse con cortinas, persianas o *blackouts*. En lugares donde son frecuentes las colisiones se recomienda mantener cerradas las persianas durante el día. Debe evitarse que la iluminación interior nocturna escape de la vivienda, mediante el uso de estos elementos.

En ventanas donde son frecuentes las colisiones se recomienda no limpiar los vidrios. Las aves detectan más los vidrios sucios (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008). También se puede instalar, en las ventanas o vidrios, alguno de los accesorios mencionados en el numeral 3.4.

En caso de ser necesario, el paisajismo puede corregirse, de acuerdo con los criterios planteados en el numeral 3.1.

La vegetación a pocos centímetros de la fachada hace poco probables las colisiones. Funcionan muy bien los enrejados para plantas trepadoras y los muros verdes con cierta transparencia sobre las ventanas o grandes superficies de vidrio.

No se deben colocar plantas grandes o en macetas cerca de las ventanas (en el interior de la edificación) ni detrás de antepechos de vidrio de balcones, porque atraen a las aves hacia los vidrios (City of Calgary, 2011) (Schmid, Waldburger, & Heynen, 2008).



3.7. Mallas y cables

De acuerdo con la literatura disponible, cables o alambres que tengan diámetros inferiores a 20 mm son riesgosos para la fauna voladora en condiciones de baja visibilidad, particularmente para aquella de hábitos crepusculares y nocturnos, pues no les es fácil detectarlos (González, 2010).

Para hacerlos más visibles pueden colocarse en ellos objetos de mayor tamaño, de colores y con partes colgantes o que el viento pueda mover. La industria de transmisión eléctrica ha desarrollado los llamados «salvapájaros».

Las aves rapaces, diurnas y nocturnas, pueden quedar atrapadas en mallas perimetrales de campos deportivos o de protección para niños y animales de compañía en balcones. Se recomienda utilizar los calibres más gruesos disponibles en el mercado para los hilos o cordeles de las mallas (3 mm o superiores para mallas deportivas y 1 mm o superiores para mallas de balcones) y a su vez los menores tamaños de abertura de la malla (3 x 3 cm o inferiores).

También se sugiere no utilizar los colores negro y blanco para hilos y cordeles y reemplazarlos por los colores más visibles para las aves: verde, azul, rojo y amarillo.

4. Casos de éxito

Tropicario del Jardín Botánico de Bogotá «José Celestino Mutis»



Es un ejemplo exitoso para los constructores de edificios y estructuras de vidrio en Colombia y el mundo, ganador del Premio Mundial Hábitat Social y Desarrollo en la Bial Panamericana de Arquitectura de Quito, 2020.

Sus estructuras de vidrio de gran tamaño y que contienen abundante vegetación representan una amenaza de colisión para aves y murciélagos. La estrategia empleada para evitar las colisiones fue instalar calcomanías adhesivas de un tamaño específico y en una disposición especial de modo que no generan obstrucción a la visión de las personas, pero si son visibles para estos animales.

Reserva Natural Kaliawirinae, municipio de Cumaral, departamento del Meta (Colombia).

De acuerdo con Ocampo-Peñuela y colaboradores, el uso de calcomanías en cinco de las quince ventanas de una vivienda ubicada en área rural del piedemonte de los Andes Orientales de Colombia, permitió reducir las colisiones de aves en un 84 %. Dicha vivienda colindaba con plantaciones multiestratificadas de cítricos y palma de aceite, pasturas para ganado y bosque ripario, ecosistemas que brindan refugio y alimento a cerca de 154 especies de aves, 12 de las cuales corresponden a aves migratorias (Ocampo-Peñuela, Peñuela-Recio, & Ocampo-Durán, 2016).

El “Plan Lumière” de Zurich



La ciudad de Zurich cambió desde 2010 su imagen desde la iluminación, pero no simplemente aumentándola, sino utilizándola de modo responsable, protegiendo también a los animales y especialmente a las aves.

Otro de sus objetivos fue mantener bajo el gasto energético, sin desconsiderar la seguridad de la población .

Coldrerio, el primer municipio suizo con una regulación de las emisiones luminosas.



En este pueblo ticinés desde 2007 las luces se apagan a la medianoche, excepto las indispensables. Las luces publicitarias y otras fueron prohibidas y los apliques de iluminación de edificios nuevos o remodelados son evaluados previamente por la autoridad municipal. Las infracciones ocasionan fuertes multas, aun así, la ordenanza fue aprobada sin oposición.

5. Consideraciones para la atención y manejo temporal de aves y murciélagos lesionados

Los profesionales de Fauna Silvestre de la Subdirección de Silvicultura, Flora y Fauna Silvestre de la SDA, encargada de conservar y proteger este recurso, cuentan con una unidad móvil que realiza rescates de fauna en la ciudad, además con tres oficinas de enlace ubicadas en la Terminal de Transporte del Salitre, la Terminal de Transporte del Sur y el Aeropuerto Internacional El Dorado.

La primera y más importante recomendación es que al encontrar un ave o murciélago heridos debe comunicarse con las líneas habilitadas por esta entidad para recibir instrucciones detalladas sobre cómo manejar el animal y entregarlo a las personas competentes.

Algunas recomendaciones generales para asegurar el bienestar de las aves y murciélagos lesionados, mientras se comunica con la autoridad ambiental y esta recibe los animales, son:



- Si presencia una colisión, observe al animal por cinco minutos aproximadamente, protéjalo de otros peligros (por ejemplo, animales de compañía) y déjelo recuperarse por sí mismo, no intente hacerlo volar. Para el reporte a la autoridad ambiental tome una fotografía o video.
- Si debe sacarlo de un espacio peligroso, tome una caja de cartón que no haya contenido sustancias químicas peligrosas, coloque papel periódico en el fondo y abra huecos en sus paredes para ventilación.
- Atrápelo utilizando una tela de material uniforme, sin hilos deshilachados, que no sea pesada y pueda arrojar sobre él. Tenga cuidado de no apretarlo para que pueda respirar y manipúlelo lo menos posible, para evitarle más estrés.
- No le dé agua ni comida.
- Ave: colóquela en la caja en posición natural, sobre sus patas, con la cabeza arriba. Murciélago: coloque una percha en la caja, puede ser un palito rígido bien fijado a dos lados de la caja, a una altura adecuada para que el murciélago pueda colgar de ella con la cabeza abajo. Ayúdelo a que se agarre de la percha con sus patas traseras. En ambos casos, cierre bien la caja para que el animal no escape.

- Coloque la caja en un sitio seguro, libre de animales de compañía, ruidos, frío o calor, en tanto la autoridad ambiental lo recoge o Ud. lo puede entregar en una de las oficinas de enlace.



Fotos: Secretaría Distrital de Ambiente

6. Participantes

Esta guía fue posible gracias a los valiosos aportes de las siguientes personas:

De la Secretaría Distrital de Ambiente

Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad

Aurita Bello Espinosa
Sandy Arroyo Sánchez
Carlos Arturo Reyes Munévar
Jerson Jair Cárdenas Daga
Jorge Humberto Ayarza Landínez
Andrés Felipe Alfonso Reyes
Juliana Rodríguez Ortiz

Subdirección de Silvicultura, Flora y Fauna Silvestre

Cindy Cristina Leguizamo Pardo
Álvaro Camilo Yara Contreras
Nicole Morales Freese
Catalina González Zamudio

Subdirección de Ecorurbanismo y Gestión Ambiental Empresarial

María Adela Delgado Reyes
Juan Nicolás Rincón Arango
Lilian Rocío Bernal Guerra
Gina Alejandra Tejada Gutierrez
José Fernando Cuello Cuello

Apoyo externo

Vidrio Andino

Ramón Santiago Correa Parra
Ángela Loaiza Cruz
Juan Carlos Cabra
Carlos Riveros

Redpro

Sebastián Aguilera

Arquitectos

Carmenza Henao Londoño
Diego Felipe Prada Samudio

7. Bibliografía

Adams, L. (2005). Urban wildlife ecology and conservation: A brief history of the discipline. *Urban Ecosystems*(8), 139-156. doi:<https://doi.org/10.1007/s11252-005-4377-7>

Agudelo, L., Moreno, J., & Ocampo, N. (2010). Colisiones de aves contra ventanales en un campus universitario de Bogotá, Colombia. *Ornitología Colombiana*(10), 3-10.

Arnold, T., & Zink, R. (9 de septiembre de 2011). Collision mortality has no discernible effect on population trends of north american birds. Obtenido de Plos One: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024708>

Baptiste-Ballera, L. (2002). La fauna silvestre como producción discursiva: Elementos para un análisis crítico de las bases de su gestión. En A. Ulloa, *Rostros culturales de la fauna: Las relaciones entre los humanos y los animales en el contexto colombiano* (págs. 113-130). Bogotá: ICANH - Fundación Natura.

Barentine, J. (18 de mayo de 2019). Methods for Assessment and Monitoring of Light Pollution around Ecologically Sensitive Sites. *Journal of Imaging*, 5(54). doi:<https://doi.org/10.3390/jimaging5050054>

Birdlife International. (2018). El estado de conservación de las aves del mundo: tomando el pulso de nuestro planeta. Cambridge: Birdlife International.

Borrero, J. (1 de mayo de 1945). Aves migratorias en los parques y jardines de Bogotá. *Caldasia*, 3(14), 415-418. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/32209>

Buxton, R., Pearson, A., Allou, C., Fristrup, K., & Wittemyer, G. (22 de marzo de 2021). A synthesis of health benefits of natural sounds and their distribution in national parks. (A. Agrawal, Ed.) *PNAS*, 118(14). doi:<https://doi.org/10.1073/pnas.2013097118>

Calderón, N., Moreno, B., Camargo, P., Ochoa, D., & Buitrago, C. (2019). Aves de Bogotá, Guía de Aviturismo. Bogotá: IDT, ABO, Excursiones Amistad S.A.S., Adescubrir Travel & Adventure S.A.S.

City of Calgary. (marzo de 2011). Bird-friendly urban design guidelines. Obtenido de City of Calgary.

City of Portland. (julio de 2012). Resource guide for bird friendly building design. Obtenido de Port of Vancouver, USA: <http://www.portvanusa.gbsandbox.com/assets/Bird-Friendly-Building-Design-2014.pdf>

Commonwealth de Australia. (2020). Directrices sobre contaminación lumínica para la vida silvestre, incluidas las tortugas marinas, las aves marinas y las aves costeras migratorias.

Concejo de Bogotá, D. C. (2006). "Por el cual se modifica el Estatuto General de Protección Ambiental del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones". Bogotá: Concejo de Bogotá, D. C.

De la Zerda, S., & Rosselli, L. (2003). Mitigación de colisión de aves contra líneas de transmisión eléctrica con marcaje del cable de guarda. *Ornitología Colombiana*(1), 42-62.

Deinlein, M. (2008). Conceptos básicos sobre las aves migratorias neotropicales. Washington D. C.: Smithsonian Migratory Bird Center - National Zoo.

Depledge, M., Stone, R., & Bird, W. (19 de abril de 2011). Can natural and virtual environments be used to promote improved human health and wellbeing. *Environmental Science & Technology*, 45(11), 4660-4665. doi:<https://doi.org/10.1021/es103907m>

Develey, P., & Endrigo, E. (2004). *Guía de campo Aves da Grande Sao Paulo*. Sao Paulo: Aves e Fotos.

Durán, J. (s. f.). *Medidas de mitigación para evitar choque de aves con las nuevas infraestructuras del tropicario*. Bogotá: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.

Fernández, I., & González, F. (2008). *Plan de Acción para los parques y zonas verdes urbanas de Santander: medidas para conservar e incrementar su biodiversidad*. Santander: SEO/BirdLife - Ayuntamiento de Santander.

González, G. (2010). Central Hidroeléctrica San Andrés. En G. González, *Medidas de mitigación de impactos en aves silvestres y murciélagos* (pág. 984). Santiago de Chile: Servicio Agrícola y Ganadero - Ministerio de Energía.

Greif, S., Zsebok, S., Schmieder, D., & Siemers, B. (2017). Acoustic mirrors as sensory traps for bats. *Science*, 357(6355), 1045-1047. doi:[10.1126/science.aam7817](https://doi.org/10.1126/science.aam7817)

Hilty, S. (1985). Distributional Changes in the Colombian Avifauna: A Preliminary Blue List. *Ornithological Monographs*(36), 1000-1012. doi:<https://doi.org/10.2307/40168332>

Hilty, S., & Brown, W. (2009). *Guía de las aves de Colombia*. Bogotá: Asociación Colombiana de Ornitología. IDEAM. (s.f.). *Monitoreo y seguimiento al fenómeno de la deforestación en Colombia*. Recuperado el 17 de diciembre de 2022, de IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/web/bosques/deforestacion-colombia>

Kavanagh, J., & Leung, R. (2000). *New Jersey Birds: An introduction to familiar species*. Phoenix: Waterford Press.

Klein, A., Vaissière, B., Cane, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B*, 274(1608), 303-313.

Klem, D., Farmer, C., Saenger, P., Delacretaz, N., & Gelb, Y. (marzo de 2009). Architectural and Landscape Risk Factors Associated with Bird-glass Collisions in an Urban Environment. *The Wilson Journal of Ornithology*, 121(1), 126-134. doi:[10.1676/08-068.1](https://doi.org/10.1676/08-068.1)

McCallum, H., & Dobson, A. (2002). Disease, habitat fragmentation and conservation. *The Royal Society*(269), 2041-2049. doi:10.1098/rspb.2002.2079

McKeating, G., & Pluciennik, E. (1990). *Birds of Toronto*. Alberta: Lone Pine Publishing.

Menacho, R. (2017). Colisión de aves con ventanas: problema y soluciones. San José de Costarrica: Universidad Estatal a Distancia.

Migliani, A. (9 de septiembre de 2019). ¿Cuándo se inventaron las ventanas de vidrio? Obtenido de Archdaily: <https://www.archdaily.co/co/924457/cuando-se-inventaron-las-ventanas-de-vidrio#:~:text=Se%20estima%20que%20los%20primeros,datan%20de%20hace%203.00>

MINVU. (2017). Manual de elementos urbanos sustentables. Tomo III. Luminarias, material vegetal y sistemas de riego eficiente. Santiago de Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Moreno, J. (2010). Aves dispersoras de semillas en un remanente de bosque seco tropical en la finca Betanci - Gucamayag (Córdoba). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Muñoz, Y., Sierra, C., Larrahondo, A., Serrato, Y., Cuevas, L., Moreno, B., . . . Acosta, N. (2021). Murciélagos del parque El Virrey, Bogotá. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas_Libros/Colecciones/Guías_ICN/27/GC_Murcielagos_Virrey_web.pdf

Naranjo, L., Amaya, J., Eusse-González, D., & Cifuentes-Sarmiento, Y. (2012). Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Aves (Vol. 1). Bogotá: MADS-WWF.

Narosky, T., & Henschke, C. (2005). *Aves de la ciudad de Buenos Aires*. Buenos Aires: Vásquez Mazzini.

Navara, K., & Nelson, R. (29 de mayo de 2007). The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. *Journal of Pineal Research*, 43(3), 215-224. doi:10.1111/j.1600-079X.2007.00473.x

Neate-Clegg, M., Tonelli, B., Youngflesh, C., Wu, J., Montgomery, G., Şekercioğlu, Ç., & Tingley, M. (8 de mayo de 2023). Traits shaping urban tolerance in birds differ around the world. *Current Biology*, 33(9), 1677-1688.e6. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.03.024>

Ocampo-Peñuela, N., Peñuela-Recio, L., & Ocampo-Durán, A. (2016). Decals prevent bird-window collisions at residences: a successful case study from Colombia. *Ornitología Colombiana*(15), 94-101.

On. (23 de agosto de 2017). Historia del vidrio en las ventanas. Obtenido de On Ventanas:

Pacheco, L. (2013). Las comunidades de aves, sus grupos funcionales y servicios ecosistémicos en un paisaje cafetero colombiano. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Pérez, C., Bernal, K., Ramírez, D., Buitrago, D., Ceballos, L., & Sánchez, F. (2019). Edificios usados como refugios por murciélagos en un campus universitario del piedemonte llanero de Colombia. *Orinoquia*, 23(2), 109-120. doi:10.22579/20112629.574

Port of Vancouver. (2014). *Bird Friendly Building Design*. Vancouver: Port of Vancouver.

Prinsen, H., Smallie, J., Boere, G., & Pires, N. (2012). Guidelines on How to Avoid or Mitigate Impact of Electricity Power Grids on Migratory Birds in the African-Eurasian Region. CMS(29).

Roselli, L., Stiles, F., & De la Zerda, S. (2017). Las aves de la sabana de Bogotá. Obtenido de <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2017/cap3/304/#seccion13>

Salas, M. (1999). Árboles muertos en pie y su relación con las aves. *Observatorio medioambiental*(2), 287-294.

Schmid, H., Waldburger, P., & Heynen, D. (2008). Contruir con cristal y luz sin perjuicio para las aves. SEO Birdlife. Obtenido de Estación Ornitológica Suiza, Sempach: https://seo.org/wp-content/uploads/2013/09/Edificacionescristales-y-aves_FREE.pdf

Sheppard, C. (2011). *Bird-friendly building design*. The Plains, VA: American Bird Conservancy.

Sheppard, C., & Phillips, G. (2015). *Bird-Friendly Building Design*. The Plains, VA: American Bird Conservancy.

SIB. (4 de junio de 2020). Biodiversidad en Cifras 2020. Obtenido de SIB Colombia: [https://sibcolombia.net/biodiversidad-en-cifras-2020/#:~:text=Gracias%20a%20este%20esfuerzo%20es,de%20peces%20dulceacu%C3%ADcolas%20\(DoNacimiento%20et](https://sibcolombia.net/biodiversidad-en-cifras-2020/#:~:text=Gracias%20a%20este%20esfuerzo%20es,de%20peces%20dulceacu%C3%ADcolas%20(DoNacimiento%20et)

Silva, R., Medrano, F., Tejada, I., Terán, D., Peredo, R., Colodro, V., . . . Toro-Barros, B. (2020). Evaluación del impacto de la contaminación lumínica sobre las aves marinas en Chile: Diagnóstico y propuesta. *Ornitología Neotropical*, 31(1). Obtenido de <https://journals.sfu.ca/ornneo/index.php/ornneo/article>

SSFFS-SDA. (2019). Informe técnico núm. 00910 (18/06/2019) Guía para la elaboración e implementación del protocolo de manejo de fauna silvestre en proyectos del sector de la construcción en Bogotá. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente.

Sterling, J. (2009). Las aves migratorias de la región Andina. Washington D. C.: Smithsonian National Zoological Park. Recuperado el 1 de marzo de 2022, de <https://nationalzoo.si.edu/migratory-birds/news/las-aves-migratorias-de-la-region-andina>

Tovar, G. (2019). Manejo de la avifauna como parte de la gestión del arbolado urbano en Bogotá, D. C. Territorios(40), 83-117. doi:<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.6253>

U.S. Fish and Wildlife Service. (2016). Reducing Bird Collisions with Buildings and Building Glass Best Practices. (D. o . M a n a g e m e n t , E d .) F a l l s C h u r c h , V i r g i n i a . O b t e n i d o d e <https://www.fws.gov/migratorybirds/pdf/management/reducingbirdco>

Ulrich, R. (1981). Nature versus urban scenes: some psychophysiological effects. Journal of Environment and Behavior(13), 523-526.

Ulrich, R. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. Science(224), 420-421.

Ulrich, R., Simons, R., Losito, B., Fiorito, E., Miles, M., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. Journal of Environmental Psychology, 11, 201-230.

Vallejo, D. (25 de septiembre de 2018). A vista de pájaro: el sentido más desarrollado de la aves. Obtenido de Zooportraits:<https://www.zooportraits.com/es/vista-aves-pajaro-ojos/>

Ventanas San Miguel. (3 de abril de 2017). La evolución de las ventanas a lo largo de la historia. Obtenido de Ventanas San Miguel: <https://www.ventanassanmiguel.com/la-evolucion-de-las-ventanas-en-la-historia/>

Ventocilla, J. (14 de mayo de 2007). Ríos de aves sobre Ciudad de Panamá. Nodo, 1(2), 5-12. Obtenido de <https://revistas.uan.edu.co/index.php/nodo/article/view/10>

Watson, M., Wilson, D., & Mennill, D. (mayo de 2016). Anthropogenic light is associated with increased vocal activity by nocturnally migrating birds. The Condor, 118(2), 338-344.

Whelan, C., Wenny, D., & Marquis, R. (28 de junio de 2008). Ecosystem services provided by birds. Obtenido de NYAS: <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1196/annals.1439.003>

Winger, B., Weeks, B., Farnsworth, A., Jones, A., Hennen, M., & Willard, D. (7 de marzo de 2019). Nocturnal flight-calling behaviour predicts vulnerability to artificial light in migratory birds. Obtenido de Royal Society Proceedings B.: <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspb.2019.0364>

