

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTES

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN URBANISMO CON MENCIÓN EN
PROYECTOS URBANOS CON ENFOQUE
AL CAMBIO CLIMÁTICO

ANÁLISIS Y ESTRATEGIAS GENERALES DE
TRATAMIENTO DE BORDE DEL BOSQUE PROTECTOR
PÚBLICO KASAMA PARA SU POTENCIALIZACIÓN
COMO ÁREA DE CONSERVACIÓN Y USO
SUSTENTABLE

Volumen I
Trabajo Titulación

ELIETH ISABEL MORALES MONTECINOS

DIRECTORA: MG. ARQ. ANA RAQUEL CEVALLOS
JARAMILLO

QUITO – ECUADOR
2023

Presentación

“La tierra, nuestra casa, parece convertirse cada vez más en un inmenso depósito de porquería”. Papa Francisco.

Dedicatoria

A mi padre fundador Fernando Rielo Pardal, en el centenario de su nacimiento.

A mi hermano Juan Luján Laula, en el año de su regreso a la casa del Padre.

A mi madre Ilsa Montecinos, por acompañarme en mis aventuras.

Agradecimiento

A la Santísima Trinidad por su desbordante amor, al Instituto Id de Cristo Redentor, Misioneras y Misioneros Identes por esta gran oportunidad, a mis

hermanas y hermanos de la Delegación de Santo Domingo por su infinita paciencia y a mi tutora Ana Raquel Cevallos, por brindarme todo su apoyo y

conocimiento.

ÍNDICE

1. RESUMEN	15
2. INTRODUCCIÓN	16
3. ANTECEDENTES	18
4. JUSTIFICACIÓN	21
5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	27
6. OBJETIVOS	27
6.1. Objetivo general	27
6.2. Objetivos específicos	27
7. METODOLOGÍA	28
7.1. Análisis cualitativo	28
7.1.1. Recopilación de datos	28
7.1.2. Análisis comparativo de referentes	28
7.1.3. Observación de campo	28
7.2. Análisis cuantitativo	31
7.2.1. Análisis de datos a través de indicadores	31
7.2.1.1. Obstrucción de la radiación solar del arbolado del viario público (ORSarb) - Sevilla	31
7.2.1.2. Densidad de árboles por tramo de calle (Darb) - Vitoria-Gasteiz	33
7.2.1.3. Percepción espacial del verde urbano (PEverde) - Vitoria-Gasteiz	34
7.2.1.4. Índice biótico del suelo (IBS) - Vitoria-Gasteiz	36
7.2.1.5. Proporción de la calle (PRca) - Gobierno de España	38
7.3. Modelo DPSIR	40

7.3.1. Fuerzas motrices	41
7.3.2. Presiones	42
7.3.3. Estados	42
7.3.4. Impactos	43
7.3.5. Respuestas	43
8. MARCO TEÓRICO	46
8.1. Bosques protectores	47
8.2. Bosques urbanos	48
8.3. Área de conservación y uso sustentable	50
8.4. Aprovechamiento ecológico	52
8.5. Área de conservación urbana	54
8.6. Borde de área de conservación urbana	55
8.7. Cambio climático	57
8.7.1. Mitigación del cambio climático	59
8.7.2. Adaptación al cambio climático	59
8.8. Servicios ecosistémicos	61
8.8.1. Servicios de abastecimiento	62
8.8.2. Servicios de regulación	63
8.8.2.1. Clima local y calidad del aire	63
8.8.2.2. Secuestro y almacenamiento de carbono	65
8.8.2.3. Moderación de fenómenos extremos	65
8.8.2.4. Tratamiento de aguas residuales	65
8.8.2.5. Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo	65
8.8.2.6. Polinización	66

8.8.2.7. Control biológico de plagas	66
8.8.2.8. Regulación de los flujos de agua	66
8.8.3. Servicios de apoyo	67
8.8.4. Servicios culturales	68
8.9. Soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	68
8.9.1. Adaptación basada en ecosistemas (AbE)	71
8.9.2. Infraestructura verde-azul	73
8.9.2.1. Infraestructura verde	73
8.9.2.2. Infraestructura azul	77
8.9.2.3. Aplicaciones de infraestructura verde-azul	78
9. ANÁLISIS DE REFERENTES	86
9.1. Estrategia de bosque urbano de la ciudad de Melbourne: Haciendo una gran ciudad verde	86
9.2. Plan de bosque urbano de San Francisco	90
9.3. Estrategia de bosque urbano 2017-2027 de la ciudad de Moreland	96
10. DIAGNÓSTICO URBANO	98
10.1. Análisis Macro	98
10.1.1. Generalidades de la ciudad	98
10.1.2. Aspectos físico-naturales	100
10.1.2.1. Temperatura	101
10.1.2.2. Nubosidad	103
10.1.2.3. Precipitación	105
10.1.2.4. Soleamiento	107
10.1.2.5. Humedad	109
10.1.2.6. Vientos	111
10.1.2.7. Energía solar	113

10.1.2.8. Topografía	114
10.1.2.9. Edafología	115
10.1.2.10. Hidrología	116
10.1.2.11. Regiones naturales	118
10.1.2.12. Pisos térmicos	121
10.1.3. Estructura urbana	124
10.1.3.1. Uso y ocupación del suelo	124
10.1.3.2. Centralidades	125
10.1.3.3. Compatibilidad y ocupación del uso de suelo	127
10.1.3.4. Zonificación normativa	130
10.1.4. Vialidad y transporte	131
10.1.5. Áreas verdes	135
10.1.6. Caracterización del Bosque Protector Público Kasama	136
10.2. Análisis Micro	141
10.2.1. Aplicación de indicadores	141
10.2.1.1. Obstrucción de la radiación solar del arbolado del viario público (ORSarb) - Sevilla	141
10.2.1.2. Densidad de árboles por tramo de calle (Darb) - Vitoria-Gasteiz	145
10.2.1.3. Percepción espacial del verde urbano (PEverde) - Vitoria-Gasteiz	148
10.2.1.4. Índice biótico del suelo (IBS).	152
10.2.1.5. Proporción de la calle (PRca) - Gobierno de España	155
10.3. Síntesis de diagnóstico	158
11. ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO DE BORDE DEL BOSQUE PROTECTOR PÚBLICO KASAMA: ENTRE LO NATURAL Y LO URBANO.	169

12. CONCLUSIONES	174
13. RECOMENDACIONES	179
14. BIBLIOGRAFÍA	181
15. ANEXOS	191
Anexo 1: Diseño de ficha de observación	191
Anexo 2: Aplicación de fichas de observación	192

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Síntesis evaluativa.....	31
Tabla 2. Diámetro medio de copa de acuerdo al porte medio de los árboles....	32
Tabla 3. Cálculo y evaluación de la obstrucción de la radiación solar del arbolado del viario público.....	32
Tabla 4. Grado de obstrucción necesaria según densidad construida	32
Tabla 5. Valores de densidad óptima según el porte medio de los árboles	33
Tabla 6. Cálculo y evaluación de la densidad de árboles por tramo de calle	34
Tabla 7. Densidad de arbolado urbano.....	34
Tabla 8. Cálculo del campo visual y volumen de copas	35
Tabla 9. Clasificación del viario público según la percepción	35
Tabla 10. Cálculo y evaluación de la percepción espacial del verde urbano	35
Tabla 11. Volumen verde por superficie viario	36
Tabla 12. Volumen verde por tejidos urbanos	36
Tabla 13. Clasificación del suelo según su grado de naturalidad y permeabilidad	37
Tabla 14. Clasificación del tipo de suelo y otras superficies y su factor correspondiente.....	37
Tabla 15. Cálculo y evaluación del índice biótico del suelo	38
Tabla 16. Índice biótico del suelo	38
Tabla 17. Cálculo de relación h/d	39
Tabla 18. Clasificación de los tramos de calle en función del grado de apertura de vista en el cielo.....	39
Tabla 19. Cálculo y evaluación de la proporción de la calle.....	39
Tabla 20. Proporción de la calle	40
Tabla 21. Tipos de indicadores que aportan a la evaluación de los servicios ecosistémicos de regulación del clima del borde del Bosque Protector Público Kasama, a partir de la investigación de Díaz Martín.....	43
Tabla 22. Soluciones típicas de AbE en ecosistemas urbanos, junto con ejemplos de indicadores que reflejan directamente el objetivo principal de adaptación de cada medida.....	73

Tabla 23. Aplicaciones de infraestructura verde-azul	79
Tabla 24. Principios del plan de Melbourne	88
Tabla 25. Objetivos del plan de Melbourne con sus estrategias y acciones	88
Tabla 26. Fases de planificación del bosque urbano	92
Tabla 27. Condiciones ambientales y urbanas de San Francisco	93
Tabla 28. Objetivos del plan de S. Francisco con sus estrategias y acciones...	95
Tabla 29. Objetivos del plan Moreland con estrategias y acciones	97
Tabla 30. Características de los bosques de la Provincia de Santo Domingo.	119
Tabla 31. Tratamientos urbanísticos de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados.....	125
Tabla 32. Compatibilidad de usos de suelo de la zona en estudio.....	129
Tabla 33. Zonificación normativa propuesta para la zona de estudio	130
Tabla 34. Áreas verdes requeridas para Santo Domingo de los Colorados al 2020	135
Tabla 35. Equipamiento propuesto de áreas verdes para Santo Domingo de los Colorados.....	136
Tabla 36. Conteo de especies del Bosque Protector Público Kasama para el año 2015	138
Tabla 37. Caracterización del arbolado y cálculo de superficie protegida bajo la sombra de la copa.....	142
Tabla 38. Cálculo de la obstrucción de la radiación solar del arbolado del viario público (ORSarb) - Arbolado de porte pequeño.....	143
Tabla 39. Evaluación de resultados del grado de obstrucción necesaria según densidad construida - Densidad alta*	145
Tabla 40. Cálculo de la densidad de árboles por tramo de calle (Darb) – Arbolado de porte pequeño + tramos con ancho de calle > a 8 metros	145
Tabla 41. Evaluación de resultados de densidad de árboles por tramo de calle (Darb) - Arbolado de porte pequeño + tramos con ancho de calle > a 8 metros	147
Tabla 42. Cálculo de campo visual.....	148
Tabla 43. Cálculo de volumen de copas - Arbolado de porte pequeño	148

Tabla 44. Clasificación del viario público según la percepción - Arbolado de porte pequeño	150
Tabla 45. Cálculo de percepción espacial del verde urbano (PEverde) - Arbolado de porte pequeño	150
Tabla 46. Evaluación de resultados de percepción espacial del verde urbano (PEverde) - Arbolado de porte pequeño	152
Tabla 47. Cálculo de índice biótico del suelo (IBS)	152
Tabla 48. Evaluación de resultados de índice biótico del suelo (IBS)	154
Tabla 49. Clasificación de los tramos de calle en función del grado de apertura de vista en el cielo	155
Tabla 50. Cálculo de proporción de la calle (PRca)	156
Tabla 51. Evaluación de resultados de proporción de la calle (PRca)	156
Tabla 52. Nivel de actuación geográfico	159
Tabla 53. Adaptación de los factores más influyentes en el borde del Bosque Protector Público Kasama, a partir de la investigación de Díaz Martín	160
Tabla 54. Objetivos de propuesta, criterios y estrategias generales como respuesta a los escenarios actuales	171

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Concentración de población en el cantón Santo Domingo.....	16
Figura 2: Hitos de la consolidación del Sistema Nacional Ecuatoriano de Áreas Protegidas.	18
Figura 3: Principales estudios para la gestión ambiental del Bosque Protector Público Kasama.	20
Figura 4: Servicios medioambientales prestados por un gran árbol urbano.	21
Figura 5: Beneficios de los bosques urbanos.	22
Figura 6: Cambio anual en el área forestal de Ecuador de 1990 a 2015.	23
Figura 7: Deforestación anual, Ecuador de 1990 a 2015.	23
Figura 8: Límite sur del bosque Protector Público Kasama donde la cobertura forestal del área privada colindante ha sido 100% deforestada.	25
Figura 9: Perímetro del Bosque Protector Público Kasama.	30
Figura 10: Relaciones de metodología DPSIR.	41
Figura 11: Evaluación ambiental integrada en un marco DPSIR por el National Environment Research Institute.....	45
Figura 12: Matriz de relación de conceptos de análisis.	46
Figura 13: Los bosques protectores conservan el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestres.	47
Figura 14: Los bosques urbanos son los pulmones de las ciudades.	48
Figura 15: Bosques urbanos.....	49
Figura 16: Recorridos educativos en el Bosque Protector Público Kasama.	51
Figura 17: El bambú en la construcción.....	53
Figura 18: El borde como espacio de acción.	56
Figura 19: Configuración del borde del Bosque Protector Público Kasama.	57
Figura 20: Algunos efectos del cambio climático en Ecuador.	58
Figura 21: Diferencia entre mitigación y adaptación al cambio climático.	60
Figura 22: Categorías de servicios ecosistémicos.	62
Figura 23: El nexa bosque-agua.....	63
Figura 24: Diferencia de temperatura en calles con y sin protección de sombra del arbolado urbano.	64

Figura 25: Las abejas son uno de los principales agentes polinizadores.....	66
Figura 26: Los árboles y el ciclo del agua.....	67
Figura 27: Familias de enfoques de soluciones basadas en la naturaleza.	69
Figura 28: Aplicación de SBN para la gestión del agua.	70
Figura 29: Principios de la Adaptación basada en ecosistemas.	72
Figura 30: Elementos de la infraestructura verde urbana.	75
Figura 31: Sistema de drenaje sostenible del Bishan-Ang Mo Kio Parka de Singapur antes y después de una tormenta.	77
Figura 32: Los tres temas que sustentan el objetivo de esta estrategia.....	86
Figura 33: Objetivos de la estrategia de bosque urbano de la ciudad de Melbourne.	87
Figura 34: Imagen objetivo de la estrategia de bosque urbano de Melbourne. ...	90
Figura 35: Clima mediterráneo.	91
Figura 36: Comparación de la copa de árboles urbanos.	91
Figura 37: Biodiversidad de Moreland City.	96
Figura 38: Límite de parroquias rurales del cantón Santo Domingo de los Colorados.....	99
Figura 39: Parroquias urbanas de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados.....	100
Figura 40: Temperatura máxima y mínima promedio en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.....	101
Figura 41: Temperatura promedio por hora en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.....	102
Figura 42: Efecto isla de calor en Melbourne.....	102
Figura 43: Arborización sobre Vía a Chone en Santo Domingo de los Colorados.....	103
Figura 44: Nubosidad en Santo Domingo de los Colorados. Octubre 2022.	104
Figura 45: Categorías de nubosidad en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.	104
Figura 46: Promedio mensual de lluvia en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.	105

Figura 47: Probabilidad diaria de precipitación en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.....	106
Figura 48: Lluvia en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.	106
Figura 49: Elevación solar y acimut en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.	107
Figura 50: Horas de luz natural y crepúsculo en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.....	108
Figura 51: Salida del sol y puesta del sol en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.	108
Figura 52: Niveles de comodidad de la humedad en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.....	109
Figura 53: Crecimiento de vegetación y hongos en edificaciones.....	110
Figura 54: Clima en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.	110
Figura 55: Velocidad promedio del viento en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.....	111
Figura 56: Presencia de neblina en Santo Domingo de los Colorados.	112
Figura 57: Dirección del viento en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.	112
Figura 58: Energía solar de onda corta incidente diaria promedio en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.	113
Figura 59: Pendientes del cantón Santo Domingo de los Colorados.	114
Figura 60: Suelos francos.....	115
Ilustración 61. El río Toachi, una las principales vertientes cercanas al Bosque Kasama.	116
Figura 62: Contaminación en el río Chigüilpe.	117
Figura 63: Regiones naturales del Ecuador.....	118
Figura 64: Hábitat remanente del Ecuador.	119
Figura 65: Bosque Húmedo Tropical del Chocó.	120
Figura 66: Bosque Piemontano Occidental.....	121
Figura 67: Niveles térmicos en función de las zonas climáticas de Ecuador.....	122
Figura 68: Confort térmico en Santo Domingo de los Colorados durante el año 2022.	123

Figura 69: Centralidad C5.	126
Figura 70: Interior del Parque de la Juventud.	126
Figura 71: Relación entre los usos de suelo del sector en estudio.	127
Figura 72: Zonificación normativa del sector en estudio.	128
Figura 73: Viviendas frente al Bosque Protector Público Kasama.	130
Figura 74: Las paradas de buses urbanos se localizan en las inmediaciones del Parque de la Juventud.....	132
Figura 75: Peatones circulan sobre el área de rodamiento de la vía que separa al bosque de la U.E. Kasama.	132
Figura 76: Principales vías y tipos de revestimiento del sector en estudio.....	133
Figura 77: Calle Franklin Pallo Pallo sin revestimiento en el borde oeste del bosque.	134
Figura 78: Camioneta con escombros para ser vertidos sobre la Calle Franklin Pallo Pallo.	134
Figura 79: Desarrollo de la mancha urbana de Santo Domingo de los Colorados.....	135
Figura 80: Vivero forestal provincial Santo Domingo de los Tsáchilas.	137
Figura 82: Quebradas del Bosque Protector Público Kasama.	137
Figura 83: Perico caretirrojo.	138
Figura 84: Equipamientos del sector en estudio.	139
Figura 85: U.E. Kasama ubicada en el borde norte.	140
Figura 86: Comercio ambulante para el servicio de los estudiantes de la U.E. 9 de Octubre y la U.E. Ciudad de Caracas, ubicadas en el borde oeste.	140
Figura 87: Quema de basura sobre la Calle Franklin Pallo Pallo.	141
Figura 88: Árboles de porte pequeño en el borde oeste (izquierda) y el borde norte (derecha).....	143
Figura 89: Obstrucción de la radiación solar del arbolado en los bordes viales del bosque.	144
Figura 90: Densidad de árboles por tramo de calle en los bordes viales del bosque.	146
Figura 91: En el borde este no hay presencia de árboles en el espacio público.....	147

Figura 92: Percepción espacial del verde urbano en los bordes viales del bosque.	151
Figura 93: Índice biótico del suelo en los bordes viales del bosque.	153
Figura 94: Estado de la vía que conforma el borde este del bosque.	155
Figura 95: Proporción de la calle en los bordes viales del bosque.....	157
Figura 96: Identificación de componentes DPSIR en el área de estudio.....	158
Figura 97: Lineamientos base para la intervención en el área de estudio.....	170

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AbE: Adaptación basada en los ecosistemas.

ACUS: Área de Conservación y Uso Sustentable.

AE: Aprovechamiento Ecológico.

BPPK: Bosque Protector Público Kasama.

CAM: Corredor Actividades Múltiples.

COS: Coeficiente de ocupación del suelo.

Darb: Densidad de árboles por tramo de calle.

DPSIR: Driving force, Pressure, State, Impact and Response.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado.

GEI: Gases de efecto invernadero.

IBS: Índice biótico del suelo.

ORSarb: Obstrucción de la radiación solar del arbolado del viario público.

PDOT: Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial.

Pe: Protección ecológica.

PEverde: Percepción espacial del verde urbano.

PRca: Proporción de la calle.

PUGS: Plan de Uso y Gestión del Suelo.

SbN: Soluciones basadas en la naturaleza.

SDC: Santo Domingo de los Colorados.

SDT: Santo Domingo de los Tsáchilas.

SDUS: Sistema de Drenaje Urbano Sostenible.

SNAP: Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

UE: Unidad Educativa.

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

1. RESUMEN

El Bosque Protector Público Kasama es una de las áreas verdes más importantes de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, por cuya relevancia en la prestación de servicios ecosistémicos ha sido designado como Área de Conservación y Uso Sustentable.

Entre estos servicios tienen especial relevancia los de regulación del clima, que contribuyen a mantener un equilibrio térmico, al disminuir de los efectos de la isla de calor urbana que se ven potenciados por el cambio climático, el crecimiento acelerado de la mancha urbana, los altos niveles de deforestación de la región y la inexistencia de una zona de amortiguamiento.

A partir de lo anterior, en esta investigación se vislumbran las principales problemáticas a las que se ve sometido el borde del bosque, por ser la zona de contacto entre este y el espacio público, de forma que pueda ser potenciado para el mantenimiento de los ecosistémicos de regulación del clima, por medio de estrategias generales que combinan elementos de infraestructura verde, azul y gris.

Palabras clave: ACUS, bosques urbanos, bordes, servicios ecosistémicos, regulación del clima, estrategias

2. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Santo Domingo de los Colorados, Ecuador presenta una serie de problemas a nivel urbano que se potencian por su rápido crecimiento poblacional, en comparación con la zona rural.

La alta concentración de población en la ciudad, debido al fenómeno migratorio, que busca especialmente un crecimiento económico basado en el comercio, por su ubicación privilegiada entre la costa y la sierra (CIUDAD, 1992), ha potenciado la demanda de suelo para servicios, equipamientos y viviendas.

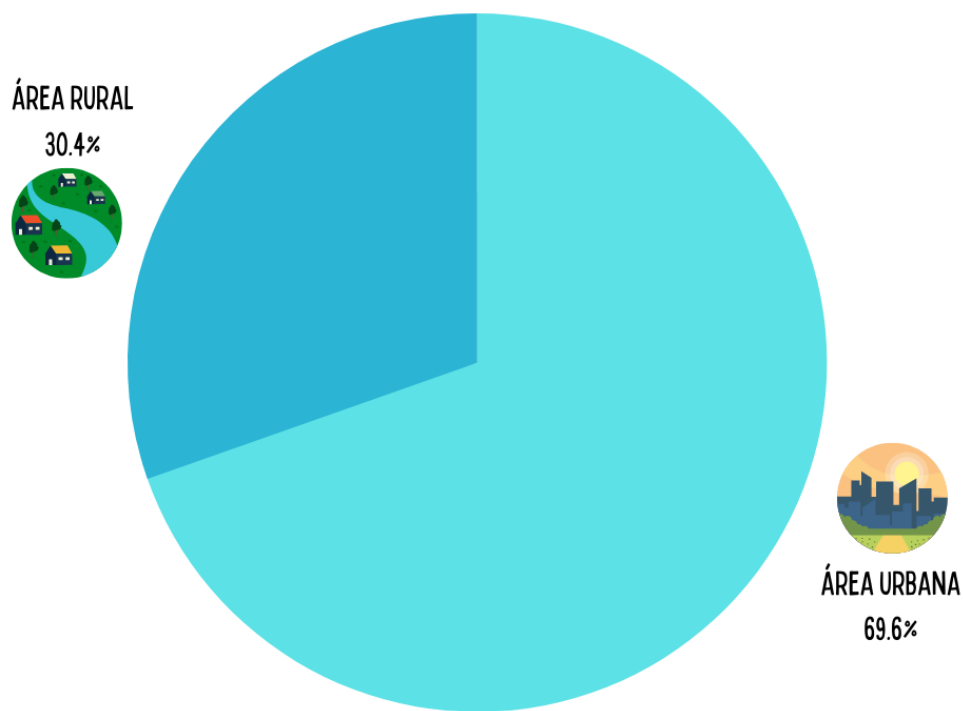


Figura 1: Concentración de población en el cantón Santo Domingo.
Elaboración: Propia, 2023. Fuente GAD Municipal SD, 2015.

Los organismos competentes no han logrado anticiparse a este escenario; por lo que, la mayoría de las áreas verdes que deberían ser conservadas por los servicios ecosistémicos que brindan a la población y a la biodiversidad, han sido sustituidas por el concreto, convirtiendo a Santo Domingo de los Colorados en una “ciudad gris”.

Ante esta realidad, es necesario conservar y potenciar los bosques urbanos que aún existen en la ciudad, especialmente por medio de estrategias donde la mancha urbana no se ha consolidado y es posible intervenir de forma oportuna para mejorar la funcionalidad de sus bordes naturales y artificiales, para conducirlos hacia un aprovechamiento sostenible.

En esta línea, la presente investigación aborda las problemáticas que afectan a los bordes del Bosque Protector Público Kasama (BPPK) para el mantenimiento de sus servicios ecosistémicos, con enfoque en los de regulación del clima, para su potencialización como Área de Conservación y Uso Sustentable (ACUS).

3. ANTECEDENTES

En Ecuador se han desarrollado diversos avances en temas de gestión ambiental y de su análisis a nivel urbano, por medio de diversas iniciativas como la creación del Parque Nacional Galápagos en 1936 (APL, 2020).

Posteriormente, se crearon estrategias que se extendieron a otras zonas del país; por lo que, se incluyó el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SNAP) dentro de la Constitución de 1998, dotando de una importancia legal de primera línea a las áreas protegidas dentro de la planificación territorial para tutelar el derecho a un ambiente sano y los derechos de la naturaleza, que fue reforzado con la Constitución de 2008 (APL, 2020).

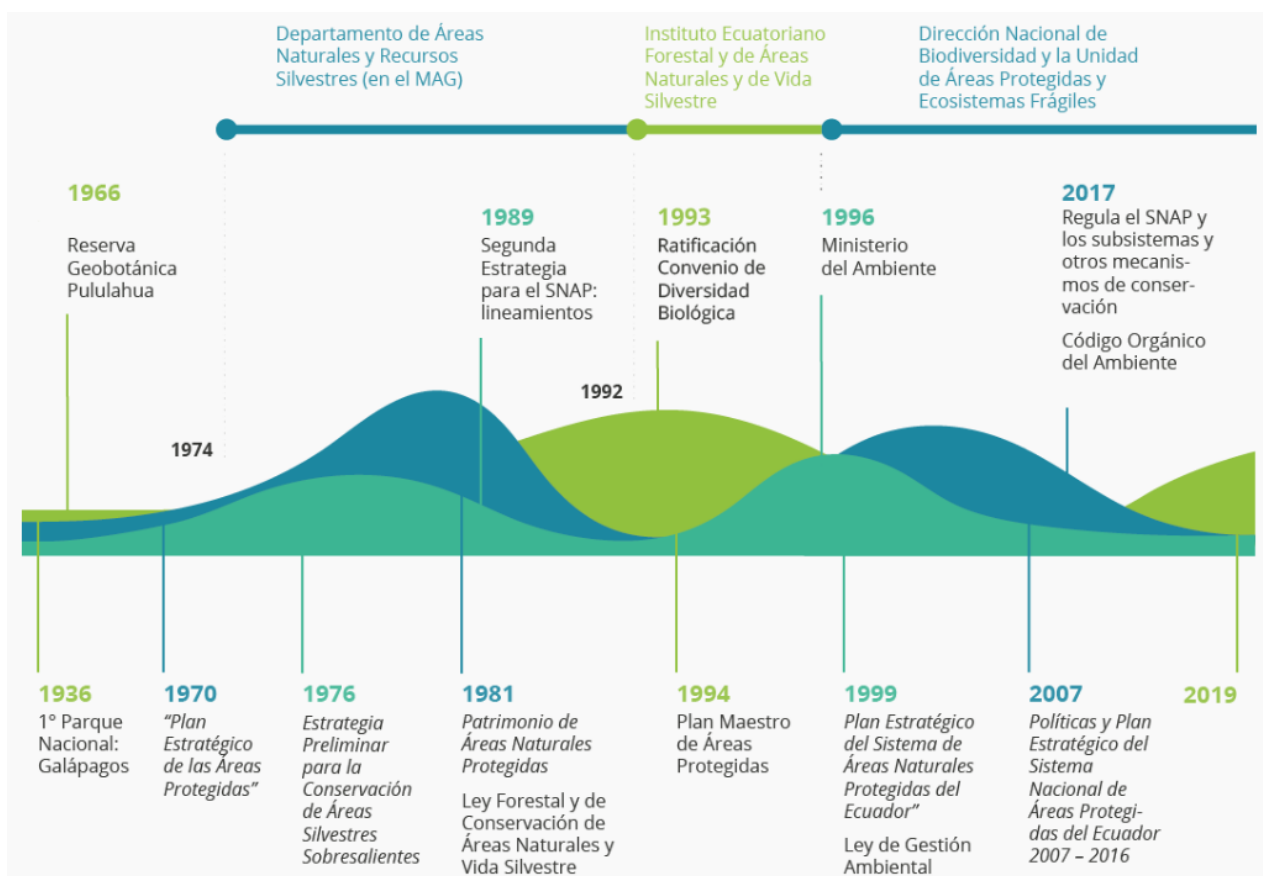


Figura 2: Hitos de la consolidación del Sistema Nacional Ecuatoriano de Áreas Protegidas.

Elaboración: Áreas Protegidas Locales, 2020. Fuente: (<https://apclocales.org/proyecto-apclocales/ecuador/>)

Además, se destaca el Código Orgánico del Ambiente (COA) que fue aprobado en 2017, que regula el SNAP y las acciones de conservación de los territorios fomentados por el Estado, los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), las organizaciones comunitarias y privadas (APL, 2020), de forma que se pueda trabajar hacia los mismos objetivos.

El COA es de gran importancia dentro del marco de esta investigación, por ser la principal norma de regulación de la gestión ambiental dentro del territorio ecuatoriano y por incluir la figura complementaria de las Áreas de Conservación y Uso Sustentable de las que forma parte el Bosque Protector Público Kasama de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados.

A nivel local, también se han desarrollado diversos aportes para la gestión del bosque, los que en su mayoría se han presentado a través de investigaciones vinculadas a distintas universidades del país. Mientras en los últimos años, se han trabajado algunas líneas en torno a la gestión ambiental del bosque por parte del GAD municipal y provincial, que son un paso muy importante a nivel de gobernanza, como se observa en la figura 3.

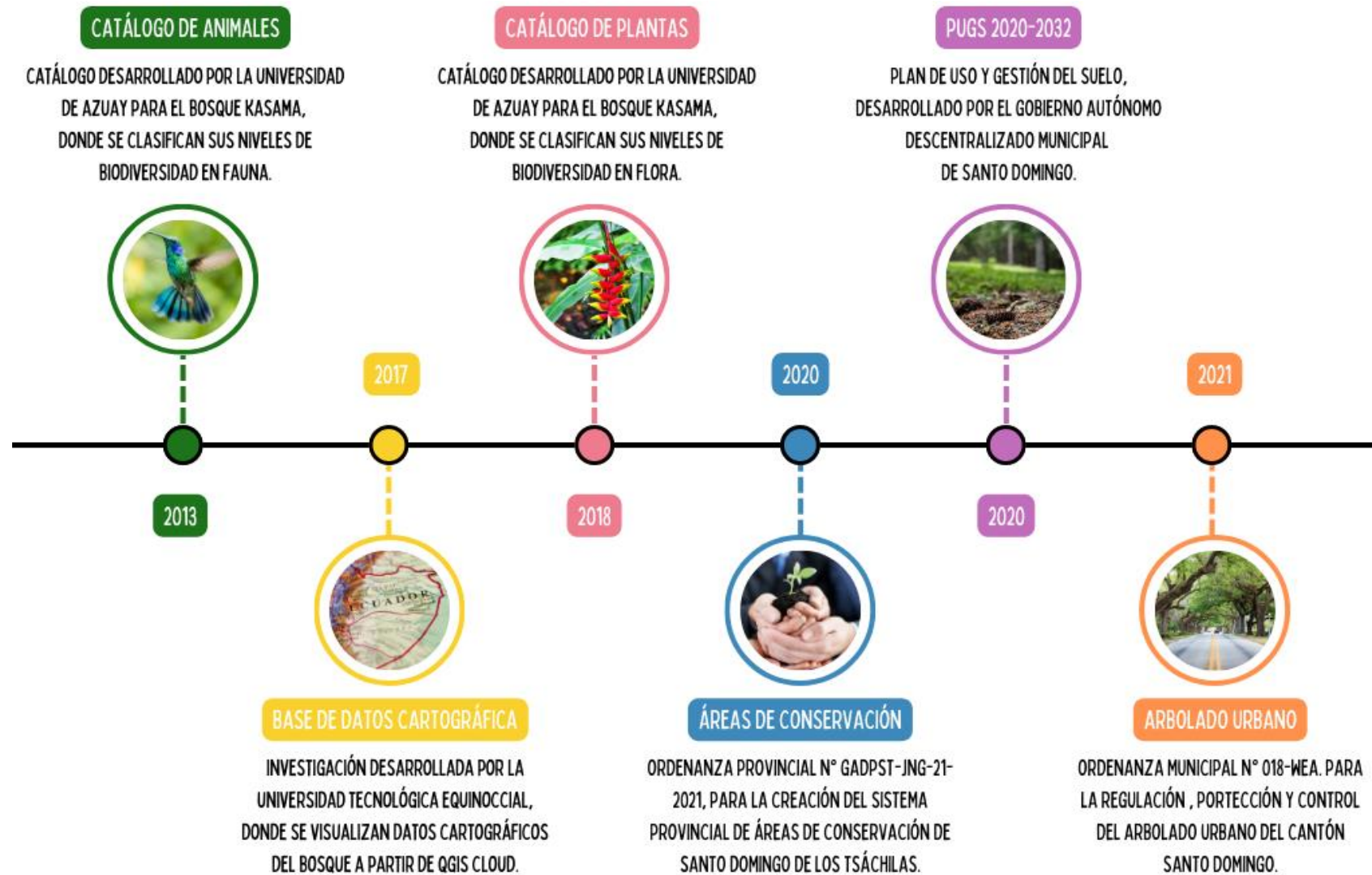


Figura 3: Principales estudios para la gestión ambiental del Bosque Protector Público Kasama.

Elaboración: Propia, 2023.

4. JUSTIFICACIÓN

Como indica la Organización de Naciones Unidas (2021), es momento de tomar acciones concretas de protección a la naturaleza, especialmente porque la naturaleza puede proteger a la humanidad, en un contexto donde cada vez son más evidentes las consecuencias de la degradación de los ecosistemas a causa de la acción humana.

En este sentido, uno de los principales aliados son los bosques urbanos que desde las grandes formaciones forestales hasta los árboles de las calles y los jardines privados, proveen a las ciudades de múltiples beneficios a partir de sus servicios ecosistémicos (Cities4Forests, 2019). Ver figura 4.



Figura 4: Servicios medioambientales prestados por un gran árbol urbano.

Elaboración: Moreland City Council, 2017. Fuente: (Urban Forest Strategy 2017 - 2027).

Sin embargo, al aumentar los niveles de deforestación alrededor del mundo, cada vez se aprovechan menos los beneficios multinivel que aportan los bosques. Además, las presiones generadas por el continuo crecimiento de las ciudades, aumenta las probabilidades de extinción y de deterioro de los ecosistemas (UICN, 2021).

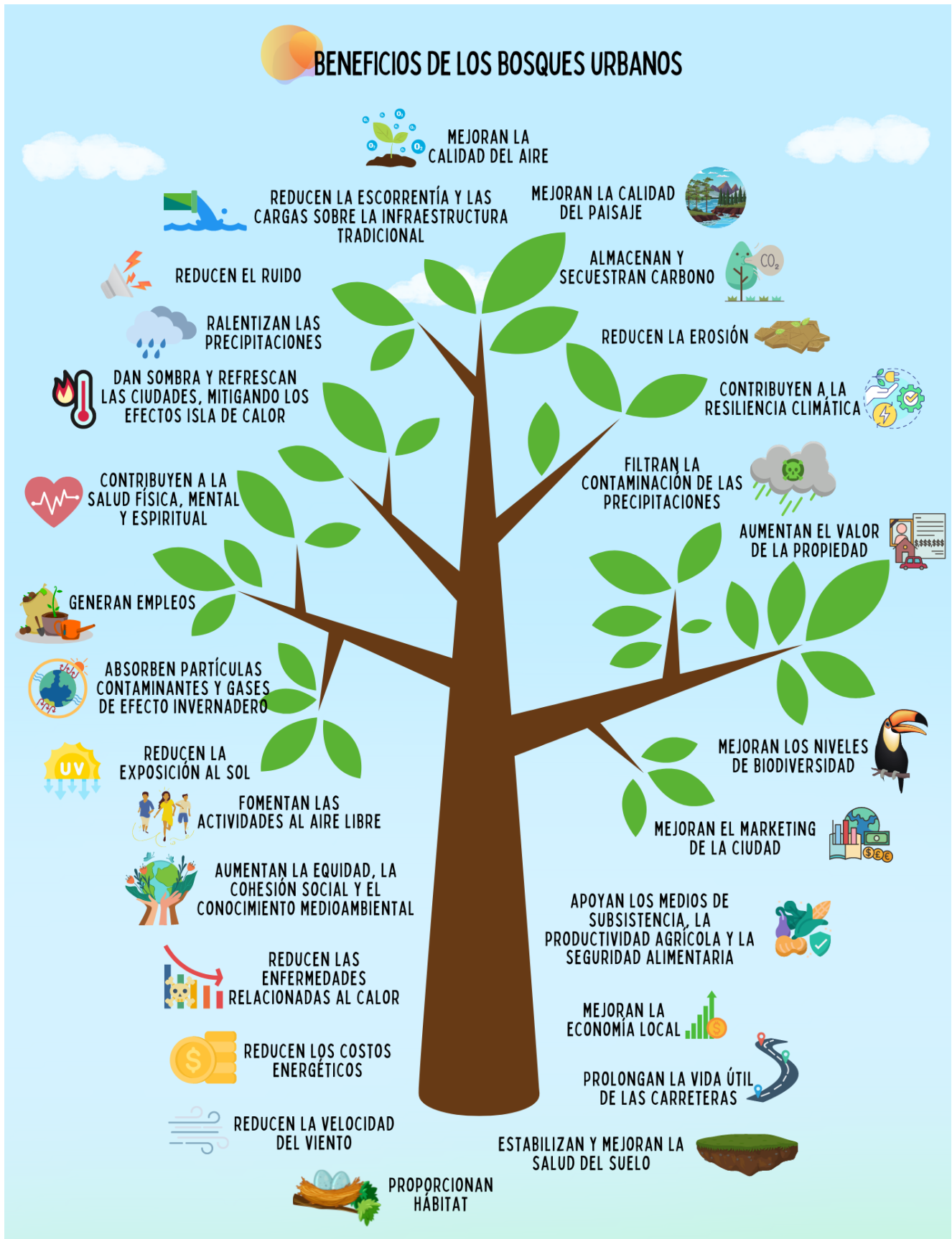


Figura 5: Beneficios de los bosques urbanos.

Elaboración: Propia, 2023. Fuente: (Cities4Forests, City of Melbourne and Moreland City Council)

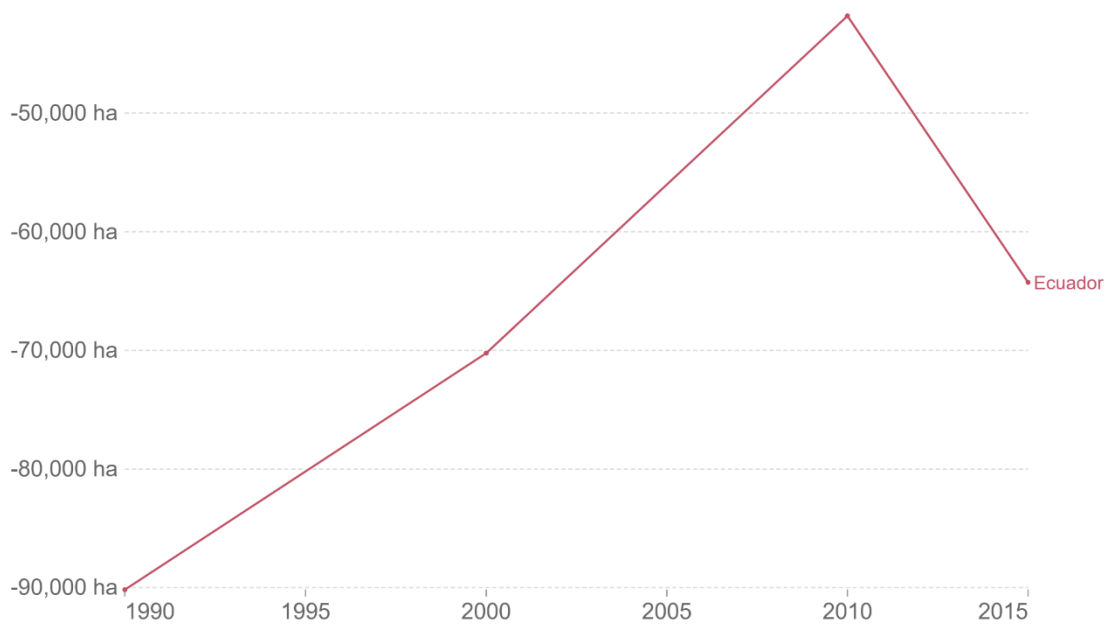


Figura 6: Cambio anual en el área forestal de Ecuador de 1990 a 2015.

Elaboración: Our World in Data, 2022. Fuente: (Evaluación de Recursos Forestales - FAO)

En la gráfica anterior se muestra el cambio neto en la cubierta forestal de Ecuador, que mide cualquier tipo de ganancia, menos la deforestación durante un tiempo determinado, donde el valor negativo que a 2015 alcanza las -64.270 hectáreas, representa que se están perdiendo más áreas de las que se pueden recuperar (Our World in Data, 2022).

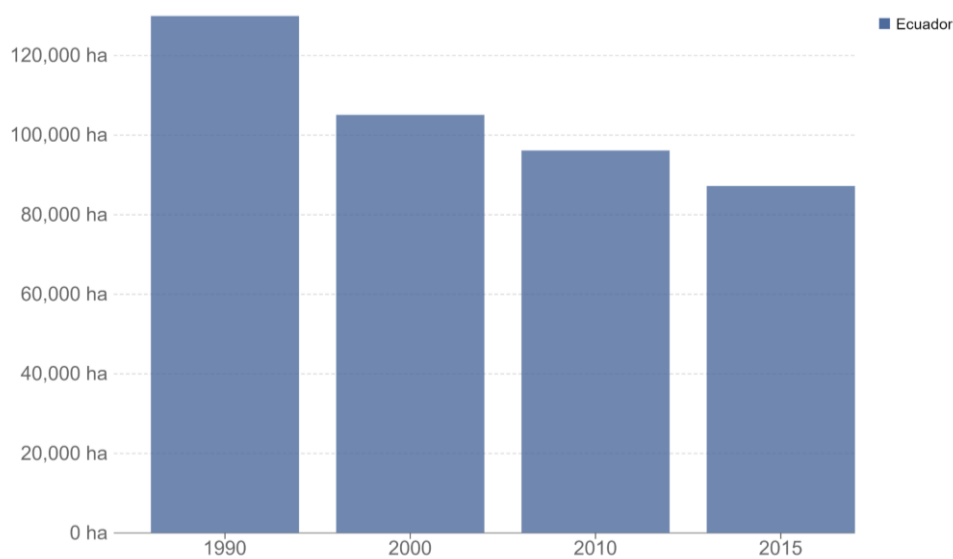


Figura 7: Deforestación anual, Ecuador de 1990 a 2015.

Elaboración: Our World in Data, 2022. Fuente: (Evaluación de Recursos Forestales - FAO)

Mientras en la figura 7, se aprecia que la deforestación en Ecuador está decreciendo. El año 2015 que representa un rango de 5 años de 2015 hasta 2020, calcula que para ese período se habrán perdido 87.220 hectáreas de bosque y aunque implica un cambio de -33% en comparación a 1990. Estas cifras aún son alarmantes, considerando que el cambio neto en la cubierta forestal va en aumento.

Por ello, esta investigación se une al Objetivo de Desarrollo Sostenible 15, que promueve la sostenibilidad en la gestión de los bosques, la protección de los suelos para evitar su degradación y desertificación y la conservación de la biodiversidad; considerando que su deterioro implica afectaciones a la economía, los medios de subsistencia, la seguridad alimentaria, la salud y la calidad de vida de las personas (ONU, 2021).

Es de carácter urgente el uso sostenible y la restauración de los ecosistemas, que aportan al mantenimiento de áreas clave para la biodiversidad y para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, mediante la conservación de áreas protegidas. (UICN, 2021).

Ante esta realidad, el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas ha creado mediante la Ordenanza Provincial No. GADPST-JNG-21-2021, el Sistema Provincial de Áreas de Conservación de Santo Domingo de los Tsáchilas, como una estrategia para complementar las directrices de conservación del SNAP (GAD Provincial SDT, 2021).

Para su manejo se han definido diversas categorías, entre las que figuran las Áreas de Conservación y Uso Sustentable (ACUS), que tienen por objetivo conservar la biodiversidad y desarrollar actividades sustentables que garanticen el mantenimiento de los servicios ecosistémicos que ofrecen para beneficio de la población (GAD Provincial SDT, 2021).

En esta categoría se encuentra el Bosque Protector Público Kasama, que además de los múltiples beneficios que se mencionaron inicialmente, también sirve de apoyo para la conectividad entre otras áreas protegidas y el Corredor de Conservación Chocó-Manabí, pues este limita con algunas áreas de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Este corredor es de gran importancia por formar parte del hotspot de biodiversidad Tumbes-Chocó-Magdalena, que es una de las regiones más amenazadas del mundo, especialmente en el territorio ecuatoriano. (Ganzenmüller, 2010).



Figura 8: Límite sur del bosque Protector Público Kasama donde la cobertura forestal del área privada colindante ha sido 100% deforestada.

Elaboración: Propia, 2022.

Además, el Bosque Protector Público Kasama enfrenta grandes desafíos para su conservación, entre los que figuran: las condiciones difíciles para el desarrollo del arbolado con la alta exposición a contaminantes o el espacio limitado en las calles (Cities4Forests, 2019), la tala ilegal, las invasiones de las viviendas circundantes, la falta de infraestructura, los botaderos y quemas ilegales de basura, etc., que ponen en peligro los servicios ecosistémicos que brinda.

Por ello, es necesario brindar un tratamiento adecuado a este bosque y a sus áreas contiguas, por medio de estrategias que permitan expandir los beneficios del bosque y no que la ciudad con sus problemáticas urbanas pueda entrar en ellos y deteriorarlos.

Esta investigación explora las posibles estrategias de tratamiento de borde que apoyen el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, con énfasis en los servicios de regulación del clima, de forma que constituyan un aporte para futuras investigaciones, acciones, planes, proyectos, etc. que se desarrollen en esta zona de contacto entre lo urbano y lo natural.

5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la problemática ambiental actual del borde del Bosque Protector Público Kasama y las posibles estrategias generales que aporten al mantenimiento de los servicios ecosistémicos de regulación del clima?

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

- Identificar y comprender la problemática ambiental del borde del Bosque Protector Público Kasama para su potencialización como Área de Conservación y Uso Sustentable.

6.2. Objetivos específicos

- Identificar y comprender las presiones ambientales a las que el borde se encuentra sujeto y que afectan la prestación de sus servicios de regulación del clima.
- Definir estrategias generales de diseño del borde del Bosque Protector Público Kasama que conserven y potencien sus servicios ecosistémicos de regulación del clima.

7. METODOLOGÍA

La aplicación de métodos para esta investigación se realizará de la siguiente manera:

7.1. Análisis cualitativo

7.1.1. Recopilación de datos

Con el objetivo de poder contextualizar la investigación se procederá con la revisión de documentos, gráficos, investigaciones, artículos, conferencias, etc., que aporten a caracterización del sector en estudio, de cara a las problemáticas que se presentan a nivel ambiental. Este método se desarrollará de forma transversal durante toda la investigación.

7.1.2. Análisis comparativo de referentes

Este método será la base para el análisis de proyectos donde se han aplicado estrategias para el tratamiento de bosques urbanos que puedan ser adaptadas para bordes de áreas protegidas, sean estos parte de una infraestructura verde, azul o gris, de forma que se logre explorar en cómo estos territorios de características tan particulares enfrentaron las diversas problemáticas para el mantenimiento a largo plazo de sus servicios ecosistémicos, especialmente los enfocados a la regulación del clima local, que podrían ser adoptados para mejorar el confort térmico de las personas que habitan o circulan dentro de la zona de estudio.

7.1.3. Observación de campo

Este método se aplicará en los bordes de contacto del Bosque Protector Público Kasama para recopilar información que complemente los estudios realizados hasta el momento sobre la caracterización de dichos bordes, de forma que se

puedan determinar sus potencialidades y limitantes para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos del bosque.

Para lo cual se han identificado 4 tipos de borde de acuerdo a su localización y tipo de contacto:

- A. Borde Oeste: Contacto directo con la Calle Franklin Pallo Pallo.
- B. Borde Norte: Contacto directo con la Calle Los Ceibos.
- C. Borde Este: Contacto directo con la Avenida Kasama.
- D. Borde Sur: Contacto directo con propiedad privada.

La observación de campo se realizará durante la media mañana (período de mayor actividad en la zona de estudio), por medio de la aplicación de fichas de campo que recopilen los datos necesarios para el análisis cuantitativo. Ver anexo 1 donde se detalla el diseño de la ficha.

Además, se realizará un levantamiento fotográfico en toda la franja comprendida por los bordes norte, este y oeste, de forma que se puedan plasmar las diversas fuerzas las que están sometidos. En el borde sur será posible realizar este levantamiento siempre y cuando lo permitan los propietarios privados de los terrenos aledaños.

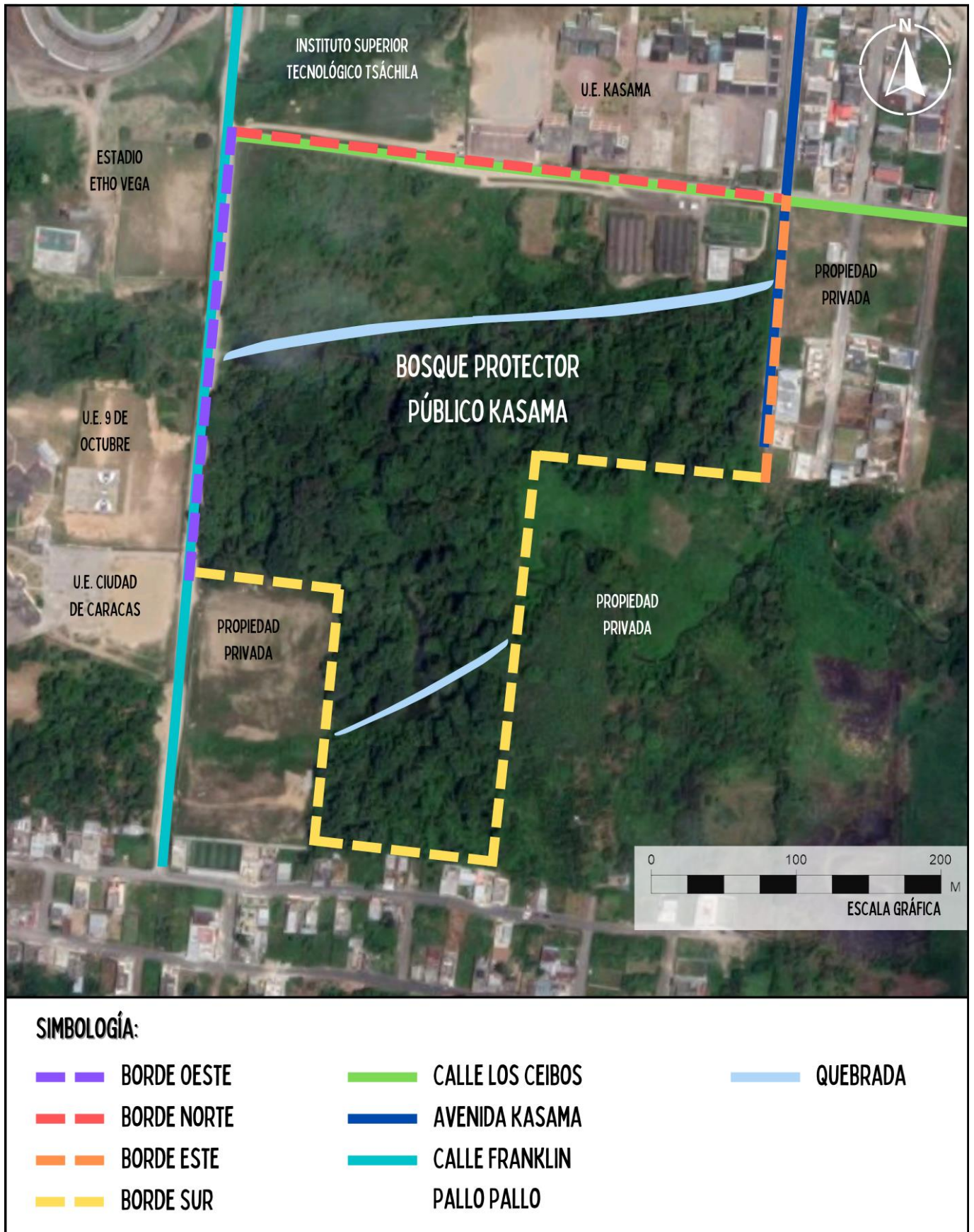


Figura 9: Perímetro del Bosque Protector Público Kasama.

Elaboración: Propia, 2023. Fuente: (Google Maps.)




7.2. Análisis cuantitativo

7.2.1. Análisis de datos a través de indicadores

Con base en los datos obtenidos por medio de los métodos anteriores, se realizará el cálculo y análisis de cinco indicadores que permiten indagar sobre las presiones ambientales que afectan a los servicios ecosistémicos de regulación del clima que se prestan desde el borde del bosque.

Donde, para visualizar el grado de cumplimiento de sus objetivos, se asigna la siguiente escala de colores con base en el modelo de Vitoria-Gasteiz:

Tabla 1. Síntesis evaluativa

Símbolo	Descripción
	Situación o tendencia en línea con el modelo de ciudad más sostenible. Se asigna este símbolo cuando el indicador alcanza el objetivo mínimo.
	Situación o tendencia que no cumple los condicionantes planteados, pero se acercan a los valores mínimos de referencia (-10% del objetivo mínimo).
	Situación o tendencia que no cumple los condicionantes mínimos del modelo de ciudad más sostenible. Requiere una atención prioritaria.

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

7.2.1.1. Obstrucción de la radiación solar del arbolado del viario público (ORSarb) - Sevilla

Con este indicador, el Plan especial de indicadores de sostenibilidad ambiental de la actividad urbanística de Sevilla, busca dotar a cada tipo de calle de una cantidad determinada de árboles, a partir del porcentaje mínimo de superficie protegida bajo la sombra proyectada según el porte de las especies plantadas

en la vía, por cuya obstrucción de la radiación solar disminuyen las temperaturas radiantes en el espacio público.

Para su cálculo es necesario clasificar el arbolado según el porte, con el apoyo de la siguiente tabla basada en la metodología utilizada por Vitoria-Gasteiz, que ha sido seleccionada por sobre la de Sevilla; debido a que se realizará el cálculo individual de área de copa y no se considera pertinente la consideración de la altura por la morfología de las especies del área de estudio.

Tabla 2. Diámetro medio de copa de acuerdo al porte medio de los árboles

Categorías de arbolado	Arbolado de porte pequeño	Arbolado de porte mediano	Arbolado de porte grande
Diámetro medio de copa (m)	4	6	8

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

Posteriormente se debe sumar el área total de las copas de los árboles por cada tramo de calle en estudio y aplicar la siguiente fórmula:

Tabla 3. Cálculo y evaluación de la obstrucción de la radiación solar del arbolado del viario público

Indicador	Fórmula de cálculo	Criterio de evaluación
ORSarb (%)	$\left[\frac{\text{Superficie obstruida por las sombras arrojadas por el arbolado (m}^2\text{)}}{\text{superficie total del viario público (m}^2\text{)}} \right] * 100$	Superficie total de actuación de la sombra en el tramo de calle

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 4. Grado de obstrucción necesaria según densidad construida

Sevilla		Porcentaje de obstrucción
Objetivo mínimo	Cobertura	> 30% para densidad alta
		> 50% para densidad media
		> 65% para densidad baja

Fuente: (Sevilla, 2008). Elaboración: Propia, 2023.

7.2.1.2. Densidad de árboles por tramo de calle (Darb) - Vitoria-Gasteiz

Este indicador está definido como la “relación entre el número de árboles y los metros lineales totales de cada tramo de calle de la ciudad” según el plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz.

Para calcularlo es necesario contabilizar el arbolado existente por tramo de calle (sin incluir otras áreas verdes aledañas como parques) y dividirlo entre la longitud en metros del tramo, para obtener un valor entre 0 y 1. Donde 0 representa un tramo de calle sin arbolado y 1 un tramo con un árbol por metro de calle (Vitoria-Gasteiz, 2010).

Como mínimo, la densidad de árboles por tramo debe ser de 0,2 árboles por metro de calle, de acuerdo al valor estándar europeo, lo que implica la existencia de 1 árbol cada 5 metros. Mientras que, para calcular la densidad óptima se debe considerar el porte del arbolado y la dimensión de la calle (Vitoria-Gasteiz, 2010).

Para este análisis se deben considerar las calles con un ancho igual o superior a los 8 metros, pues este es el ancho mínimo para poder plantar árboles alineados en un tramo de calle (Vitoria-Gasteiz, 2010).

Además, se deben considerar diversos criterios dependiendo del porte de los árboles del tramo, como se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 5. Valores de densidad óptima según el porte medio de los árboles

Porte del arbolado	Diámetro medio de copa (m)	Distancia óptima entre árboles (m)	Número de árboles por 100 m de calle	Densidad óptima (alineación doble)
Pequeño	4	4	25	0,50
Mediano	6	8	12,5	0,26
Grande	8	10	10	0,20

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

De acuerdo a esta metodología, la densidad de arbolado es adecuada cuando el 50% de la longitud de los tramos con un mínimo de 8 m de ancho, poseen un valor de densidad igual o superior a los 0,2 árboles/metro.

Tabla 6. Cálculo y evaluación de la densidad de árboles por tramo de calle

Indicador	Fórmula de cálculo	Criterio de evaluación
Darb (árboles/m)	Número de árboles (und) / longitud por tramo de calle (m)	Proporción de calles según densidad de arbolado urbano

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 7. Densidad de arbolado urbano

Vitoria-Gasteiz		Densidad
Objetivo mínimo	Criterio	> 0,2 árboles/m
	Cobertura	> 50% de los tramos de calle
Deseable	Criterio	> 0,2* árboles/m
	Cobertura	> 75% de los tramos de calle
*El valor deseable del indicador dependerá de las características específicas de la calle (anchura, profundidad de pavimento, etc.) y del porte de los árboles plantados (ver tabla superior).		

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

7.2.1.3. Percepción espacial del verde urbano (PEverde) - Vitoria-Gasteiz

De acuerdo al plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz se entiende a la percepción espacial del verde urbano como la “proporción del volumen verde de un tramo de calle respecto al campo visual del peatón”, permitiendo “detectar aquellos tramos de calle con dotación insuficiente de arbolado y/o presencia de vegetación” (Vitoria-Gasteiz, 2010).

Para calcular el resultado de este indicador se debe partir de la localización de las diversas especies de árboles, ya sean de porte grande, mediano y/o

pequeño, dentro del tramo de calle estudiado, considerando que cada uno tendrá un volumen verde o de copas en función de su tamaño.

Tabla 8. Cálculo del campo visual y volumen de copas

Indicador	Fórmula de cálculo
Campo visual	Longitud del tramo (m) * ancho de calle (m) * 8m de altura
Volumen de las copas	$4/3 * \pi * r^3(m^3)$

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

Como resultado se obtendrá “la proporción del volumen visual de la calle que es ocupada por el arbolado viario” (Vitoria-Gasteiz, 2010). Clasificándose en distintos rangos, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 9. Clasificación del viario público según la percepción

Percepción	Proporción de volumen verde
Excelente	> 30% del campo visual
Buena	Entre 20% y 30% del campo visual
Suficiente	Entre 10% y 20% del campo visual
Insuficiente	Entre 5% y 10% del campo visual
Muy insuficiente	<5% del campo visual

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 10. Cálculo y evaluación de la percepción espacial del verde urbano

Indicador	Fórmula de cálculo	Criterio de evaluación	Cobertura de evaluación
PEverde (%)	$[Superficie\ de\ viario\ público\ con\ volumen\ verde\ superior\ al\ 10\% (m^2) / superficie\ de\ viario\ público\ total (m^2)] * 100$	Volumen verde por tramo de calle	Superficie de viario público total

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 11. Volumen verde por superficie viario

Vitoria-Gasteiz		Superficie viario
Objetivo mínimo	Criterio	> 10% volumen verde
	Cobertura	> 50%
Deseable	Criterio	> 10% volumen verde
	Cobertura	> 75%

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 12. Volumen verde por tejidos urbanos

Tejidos urbanos		Tejido Central	Tejido Medio	Tejido Residencial
Objetivo mínimo	Criterio	> 10% volumen verde		
	Cobertura	> 50%		
Deseable	Criterio	> 30% volumen verde		
	Cobertura	> 50%		

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

7.2.1.4. Índice biótico del suelo (IBS) - Vitoria-Gasteiz

La permeabilidad del suelo o índice biótico del suelo para un área determinada, es definido como la relación existente entre las superficies que son significativas para la funcionalidad del ciclo natural del suelo y la superficie total del área estudiada (Vitoria-Gasteiz, 2010).

Este análisis se basa en tres categorías para la clasificación de los suelos a partir de su nivel de naturalidad y permeabilidad:

Tabla 13. Clasificación del suelo según su grado de naturalidad y permeabilidad

Tipo de suelo	Descripción
Suelos con superficies permeables	Se encuentran en estado natural sin compactar y mantienen todas sus funciones naturales, ofreciendo las condiciones para que la vegetación se pueda desarrollar. Ejemplos: parques, jardines, parterres, suelos agrícolas, bosques, lagos, ríos, etc.
Suelos con superficies semipermeables	Sin estar en estado natural mantienen parcialmente sus funciones, permitiendo el paso de aire y agua. Han perdido total o parcialmente la función biológica. Ejemplo: solares y terrenos descampados.
Suelos impermeables	Se les ha destruido la estructura y funciones naturales, ya sea construyendo o bien pavimentando las calles, plazas, paseos, caminos, etc. Se pueden ser suelos impermeables edificados o impermeables no edificados. Estos últimos permiten la reapertura y renaturalización, con la sustitución por pavimentos permeables.

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

El cálculo de este indicador parte de identificar el valor entre 0 y 1 de cada tipo de suelo, donde 1 significa que se trata de suelos totalmente permeables y 0 de suelo totalmente impermeables. También se debe considerar si se han tomado medidas compensatorias como cubiertas verdes en techos y/o paredes, que mejoran el proceso de infiltración de agua y aumentan la biodiversidad (Vitoria-Gasteiz, 2010). Como se indica a continuación:

Tabla 14. Clasificación del tipo de suelo y otras superficies y su factor correspondiente

Tipo de superficie	Descripción	Factor (fi)
Superficies impermeables	Pavimento impermeabilizado respecto al agua y al aire. Sin funciones ecológicas. Por ejemplo: el asfalto, los adoquines, los edificios, las construcciones, etc.	0
Superficies impermeabilizadas parcialmente	Pavimentos que permiten el traspaso de aire y agua. Normalmente sin plantaciones. Como: pavimentos de piedra, con caja de pavimentos de grava y arena.	0,3
Superficies semipermeables	Pavimento que permite el traspaso de aire y agua, e infiltración, con plantaciones. (Solares) Como pavimento de piedra, con caja de pavimento de grava y arena.	0,5

Espacios verdes sin conexión con suelo natural	Espacios con vegetación sobre parkings subterráneos, (eco-parkings) cubiertas verdes intensivas con menos de 80 cm de tierra vegetal fértil.	0,5
Espacios verdes sin conexión con suelo natural	Espacios con vegetación con más de 80 cm de tierra vegetal fértil.	0,7
Espacios verdes con conexión con suelo natural	Suelos con estructura edafológica natural. En ellos se desarrolla flora y fauna.	1
Infiltración de aguas pluviales en m²	Infiltración a las capas freáticas, a través de espacios verdes.	0,2
Verde vertical (hasta 10 metros)	Paredes y muros cubiertos de vegetación.	0,5
Cubiertas verdes	Azoteas cubiertas de vegetación que permiten recoger el agua de la lluvia. Extensivas o intensivas, con más de 80 cm de tierra fértil.	0,7

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 15. Cálculo y evaluación del índice biótico del suelo

Indicador	Fórmula de cálculo	Criterio de evaluación
IBS (%)	$\left[\frac{\sum (\text{Factor de tipo de suelo} * \text{área de la superficie del suelo (m}^2))}{\text{área total de la zona de estudio (m}^2)} \right]$	Valor del índice biótico del suelo (IBS)

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 16. Índice biótico del suelo

Vitoria-Gasteiz	Índice biótico del suelo
Objetivo mínimo	30%
Deseable	35%

Fuente: (Vitoria-Gasteiz, 2010). Elaboración: Propia, 2023.

7.2.1.5. Proporción de la calle (PRca) - Gobierno de España

De acuerdo al Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas del Gobierno de España, este indicador tiene por objetivo “crear una

relación entre la anchura de la calle y la altura de los edificios que permita ver la bóveda del cielo con suficiencia” (Gobierno de España, s.f.).

Lo que lleva a percibir el grado de compacidad de un tejido urbano a la escala del peatón y de la presión que esta ejerce sobre la sección de la calle, a partir de la proporción de distancia existente entre dos fachadas (d) y la altura de las edificaciones que las conforman (h). (Gobierno de España, s.f.).

Tabla 17. Cálculo de relación h/d

Indicador	Fórmula de cálculo
Relación h/d (%)	Altura de las edificaciones (ml) / distancia entre dos fachadas (ml)

Fuente: (Gobierno de España, s.f.). Elaboración: Propia, 2023.

Esta relación se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 18. Clasificación de los tramos de calle en función del grado de apertura de vista en el cielo

Relación h/d	Resultado
Excelente	< 0,5
Buena	0,5 - 1
Suficiente	1 - 2
Insuficiente	2 - 3,5
Muy insuficiente	> 3,5

Fuente: (Gobierno de España, s.f.). Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 19. Cálculo y evaluación de la proporción de la calle

Indicador	Fórmula de cálculo	Criterio de evaluación
PRca (%)	Tramos de calle (ml) con una relación h/d suficiente, buena o excelente / tramos del viario público total (ml)	Proporción de la calle (PRca)

Fuente: (Gobierno de España, s.f.). Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 20. Proporción de la calle

Gobierno de España	Proporción de la calle
Objetivo mínimo	$h/d < 2,0$ para un mínimo del 50% de los tramos de calle
Deseable	$h/d < 1,0$ para un mínimo del 50% de los tramos de calle

Fuente: (Gobierno de España, s.f.). Elaboración: Propia, 2023.

Finalmente, con base en toda la información recolectada se procederá con la realización de un diagnóstico del estado de los bordes que se condensará empleando la metodología DPSIR, que se describe en el siguiente apartado.

7.3. Modelo DPSIR

Como mecanismo para condensar y analizar los datos obtenidos hasta este punto por medio del análisis cualitativo y cuantitativo, se emplea la metodología DPSIR de la Agencia Europea de Medio Ambiente, pues está íntimamente relacionada con el tema de investigación; debido a que considera los distintos elementos que influyen de forma positiva o negativa en el medio ambiente y cómo estos se relacionan entre sí, ayudando a visualizar las causas, los impactos y las posibles respuestas para prevenir o revertir los daños, siempre y cuando los ecosistemas no hayan alcanzado una degradación total.

Sus siglas DPSIR se basan en los factores que se analizan para determinar la sostenibilidad ambiental de los territorios, que provienen del inglés *Driving force, Pressure, State, Impact* y *Response*, que en español corresponden a Fuerzas motrices, Presiones, Estados, Impactos y Respuestas, respectivamente.

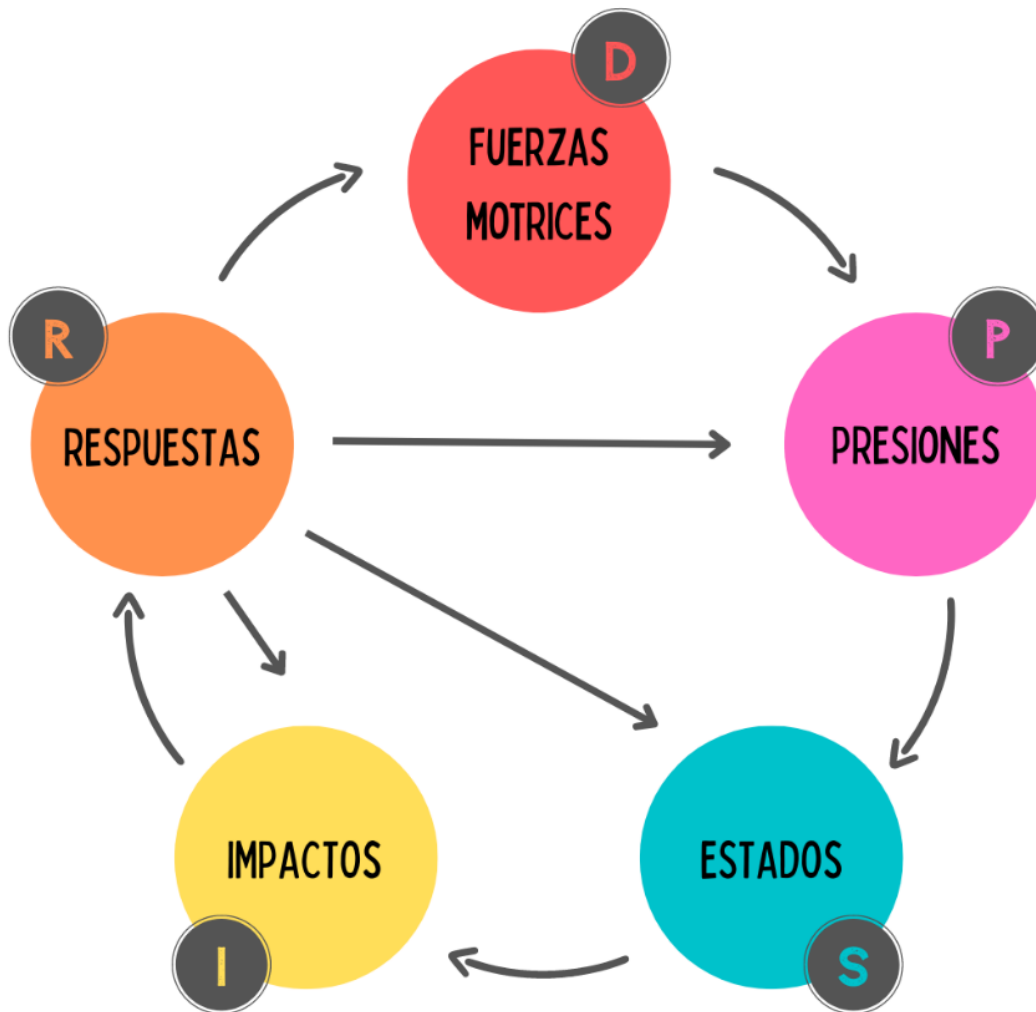


Figura 10: Relaciones de metodología DPSIR.
Elaboración: Propia, 2023. Fuente: (The DPSIR Framework).

A continuación, se describen cada uno de estos factores y sus relaciones.

7.3.1. Fuerzas motrices

Las fuerzas motrices son las causantes de los cambios en el sistema, que tienen un origen social, económico o ecológico, que afectarán de forma positiva o negativa a las presiones; por ejemplo, la cantidad de población de un territorio, el uso que se le da a los recursos naturales, el cambio climático (Díaz, 2015).

Además, son consideradas como necesidades; tanto de origen primario como secundario. Por ejemplo, para el caso de las personas, la necesidad de agua, comida, vivienda, etc. correspondería al primer grupo; mientras, que la necesidad de cultura, recreación y transporte correspondería al segundo (Kristensen, 2004).

7.3.2. Presiones

Estas fuerzas producen presiones que afectan el sistema de forma directa como los niveles de pobreza, la desigualdad de la distribución de la riqueza o que cambian las características del medio ambiente; por ejemplo, la contaminación que cambia su calidad o el aprovechamiento de los recursos naturales que cambia su disponibilidad (Díaz, 2015).

Kristensen divide estas presiones en tres tipos principales, como resultado de los procesos de producción o consumo para satisfacer las necesidades generadas en las fuerzas motrices: el uso excesivo de los recursos naturales, los cambios en el uso de suelo y las emisiones que absorbe la biósfera como los productos químicos, desechos orgánicos e inorgánicos, radiaciones, ruido, etc. (Kristensen, 2004).

7.3.3. Estados

Los estados son las condiciones que presenta el sistema en un momento específico, que se visualizan a partir de todos los atributos del sistema que son afectados por las presiones; por ejemplo, la calidad del agua, la biodiversidad, las características de los hábitats (Díaz, 2015), considerando que el medio ambiente implica una combinación de características físicas, químicas y biológicas que pueden ser afectadas (Kristensen, 2004).

7.3.4. Impactos

Por su parte, los impactos son los efectos que se producen en los estados. Por ejemplo, los efectos producidos en un ecosistema por la alta concentración de un contaminante (Díaz, 2015).

En el caso del medio ambiente se pueden ver afectados sus tres estados: físico, químico y biológico, comprometiendo la el funcionamiento y la calidad de los ecosistemas, que repercute en la calidad de vida de la población a nivel económico, social y de salud (Kristensen, 2004).

7.3.5. Respuestas

Las respuestas corresponden a los esfuerzos de la administración pública para mitigar los impactos, a los que también contribuyen individuos u organizaciones implicadas en la toma de decisiones; por ejemplo, planes de ordenamiento territorial, la normativa sobre uso y gestión del suelo, los planes reforestación, etc. (Díaz, 2015). Además, estas respuestas inciden sobre una o varias de las variables desde las fuerzas motrices hasta los impactos (Kristensen, 2004).

Como se puede apreciar en las descripciones anteriores los factores de incidencia son numerosos y complejos; por lo que, esta investigación abordará los relacionados con la prestación de los servicios ecosistémicos de regulación del clima del borde del área protegida, que se resumen en la siguiente tabla adapta de la propuesta por Díaz Martín:

Tabla 21. Tipos de indicadores que aportan a la evaluación de los servicios ecosistémicos de regulación del clima del borde del Bosque Protector Público Kasama, a partir de la investigación de Díaz Martín

Componente	Enfocado a	Factores de interés
Fuerzas motrices	Eventos que causan presión sobre los sistemas naturales.	Presión que ejerce el crecimiento urbano alrededor de los recursos naturales.

Presiones	Acciones de origen antrópico presionan el ACUS y sus servicios ecosistémicos.	Invasiones ilegales dentro del bosque, cacería y tala ilegal, manejo de residuos y desechos.
Estados	Fenómenos observables en la naturaleza del borde del ACUS, cuya variación indica si sus características se mantienen o se deterioran.	Variación en la composición y abundancia de la biodiversidad, variación en la composición del hábitat, los ecosistemas y el paisaje, alteración de la calidad ambiental (aire, agua, suelo), agotamiento de los recursos naturales, destrucción y pérdida de los suelos, alteración de la conectividad de los ecosistemas y el paisaje: fragmentación.
Impactos	Cambios medibles en el estado del ambiente directamente imputables a una actuación específica.	Capital natural, composición y abundancia de la biodiversidad, integridad ecosistémica y del paisaje, calidad ambiental (aire, agua y suelo), conectividad del paisaje y los ecosistemas: corredores ecológicos.
Respuestas	Mecanismos de respuesta de los organismos competentes.	Evaluación y acción ambiental: rehabilitación, remediación, recuperación, entre otras, identificación de riesgos y amenazas, planificación del manejo.

Fuente: (Díaz, 2015). Elaboración: Propia, 2023.

Tras la aplicación de esta metodología podremos obtener los principales ejes de acción sobre los que incidirán las estrategias para el tratamiento de borde del Bosque Protector Público Kasama; ya sea, que incidan sobre las fuerzas motrices para disminuir las presiones, sobre los estados para disminuir los impactos u otras combinaciones de respuesta que permite identificar esta metodología.

Cabe señalar que a partir del empleo de esta metodología por el *National Environment Research Institute*, se ha identificado que los problemas ambientales están estrechamente relacionados con las presiones, como se puede apreciar en la siguiente imagen; por lo que, se pretende profundizar especialmente en las respuestas a esta parte de la cadena.

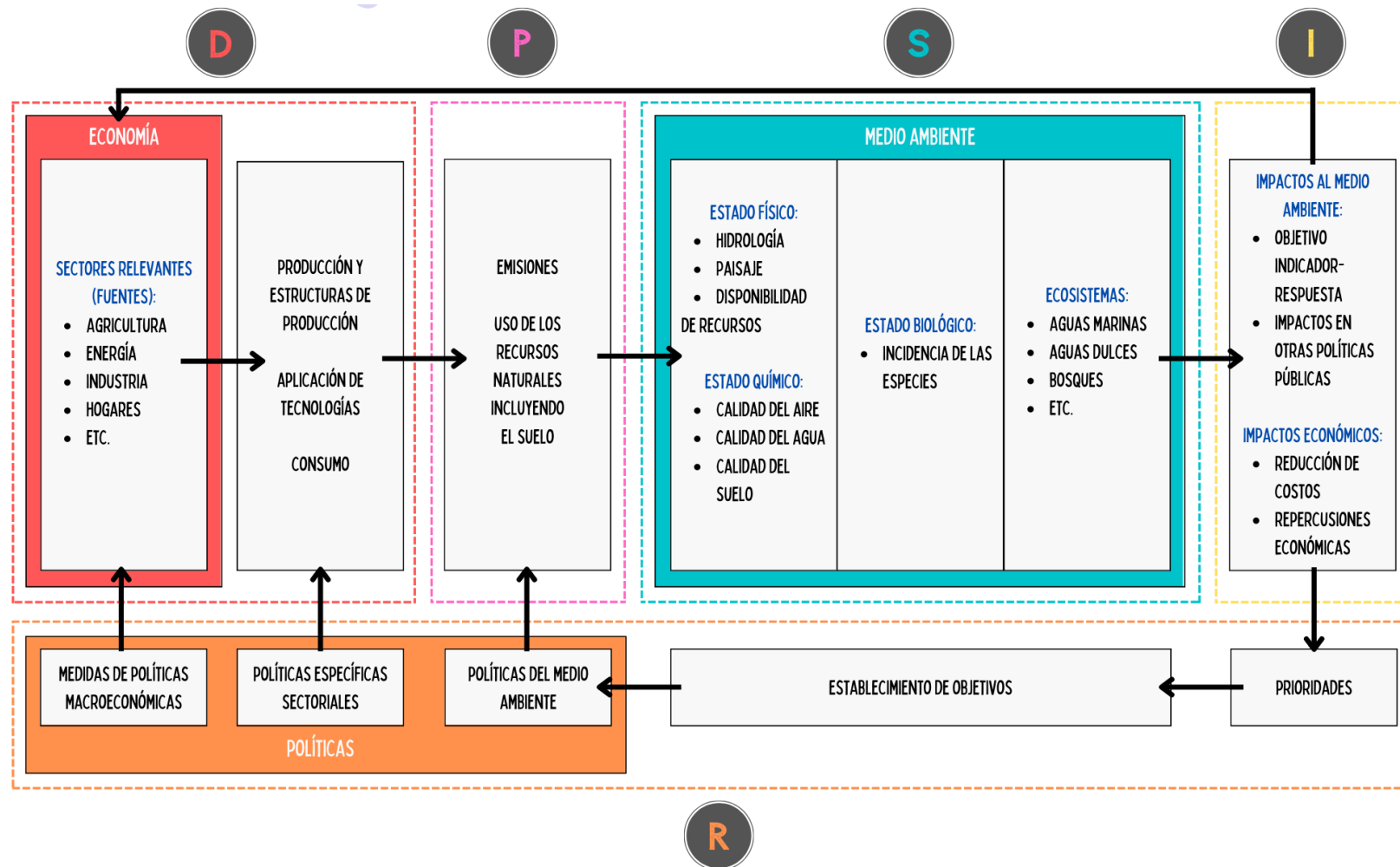


Figura 11: Evaluación ambiental integrada en un marco DPSIR por el National Environment Research Institute.
 Elaboración: Propia, 2023. Fuente: (The DPSIR Framework.)

8. MARCO TEÓRICO

A continuación, se destacan los conceptos más relevantes para esta investigación:

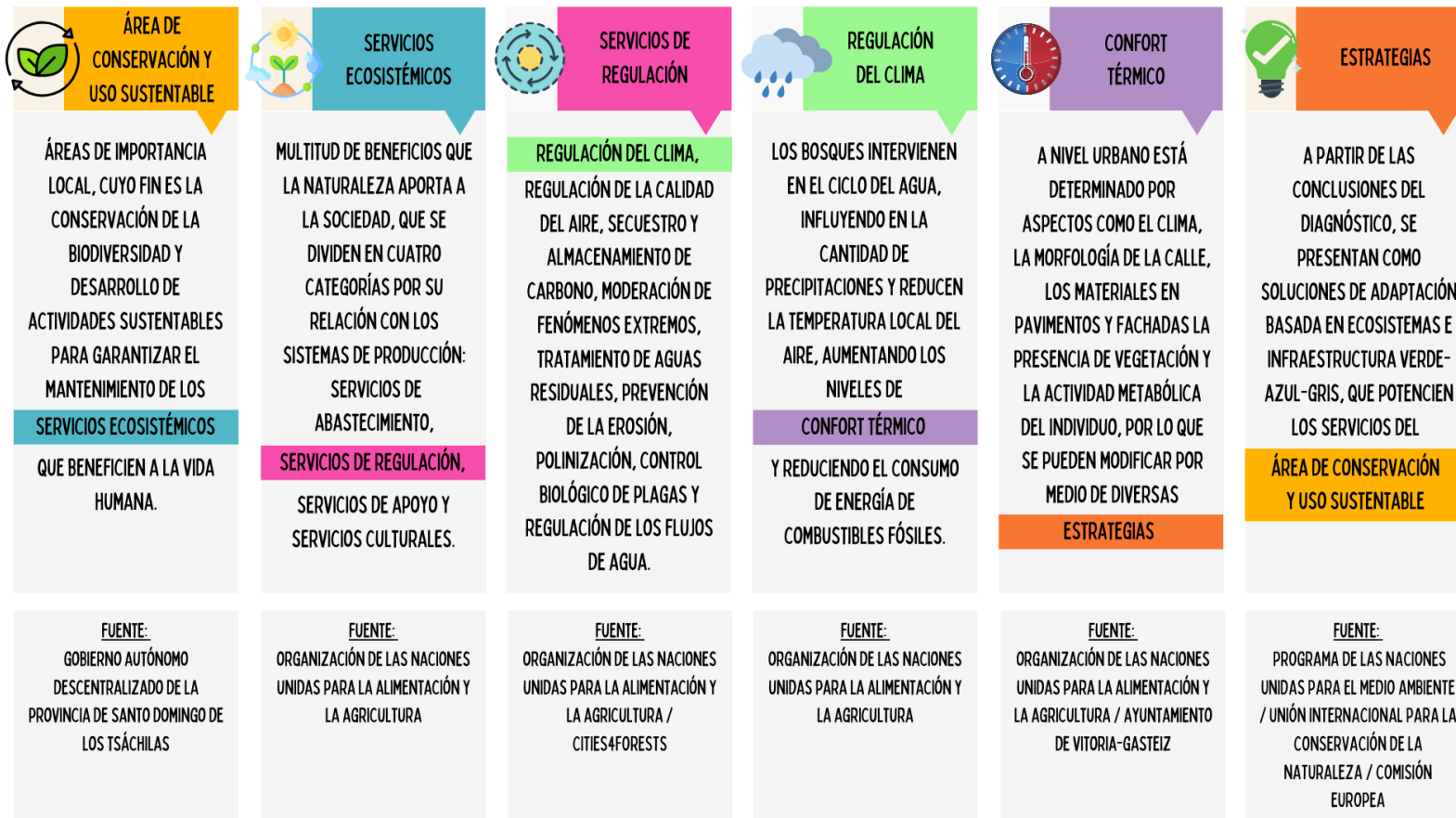


Figura 12: Matriz de relación de conceptos de análisis.

Elaboración: Propia, 2023. Fuente: (Indicada)

8.1. Bosques protectores

De acuerdo al SNAP, los bosques protectores son considerados como “aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, arbóreas, arbustivas o herbáceas de dominio público o privado, que estén localizadas en áreas de topografía accidentada, en cabeceras de cuencas hidrográficas o en zonas que por sus condiciones climáticas, edáficas e hídricas, no son aptas para la agricultura o la ganadería, sus funciones son las de conservar el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestres” (Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador [Ministerio del Ambiente], 2015).



*Figura 13: Los bosques protectores conservan el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestres.
Elaboración: Jorge Armijos, 2020. Fuente: (Tendiendo puentes y construyendo alianzas - Proamazonía)*

Como grandes contribuyentes para la conservación de la biodiversidad, los bosques protectores funcionan como protectores núcleo, amortiguadores, conectores biológicos, etc. de acuerdo a su caracterización ecológica y paisajística (Ganzenmüller, 2010).

8.2. Bosques urbanos

Estos bosques protectores pueden encontrarse en zonas urbanas, donde son conocidos como bosques urbanos: lugares de sinergia entre el suelo urbano y el entorno natural. Generalmente se encuentran en lugares estratégicos dentro de las ciudades. Estos son de gran importancia, pues se consideran los pulmones de las ciudades; ya que ofrecen la oportunidad de disfrutar de los beneficios de estar al aire libre, a la vez que contribuyen a purificar el aire de las ciudades (Becker, 2012).



Figura 14: Los bosques urbanos son los pulmones de las ciudades.

Elaboración: Reporte Indigo, 2019. Fuente: (Bosques urbanos, la nueva apuesta)

Estos bosques destacan generalmente por su extensión, siendo más visibles dentro de las ciudades. Según la organización Cities4Forests, estas áreas son solo una parte de lo que se puede entender por bosque urbano, pues su concepto incluye todos los árboles y arbustos del área urbana, es decir, toda la infraestructura verde de la ciudad: árboles en los patios de las residencias y en las calles, cuencas hidrográficas, áreas protegidas, espacios verdes, vegetación asociada, etc. (Cities4Forests, 2019).



Figura 15: Bosques urbanos.

Elaboración: Cities4Forests, 2019. Fuente: (Urban Forests for Healthier Cities: Policy, Planning, Regulations, and Institutional Arrangements.)

Además, son escenarios para la recreación que favorecen al bienestar de la población y mejoran su calidad de vida, donde su diseño se aprovecha como recurso paisajístico (Rivera, 2014).

Los bosques urbanos contribuyen al desarrollo de ciudades más resilientes, sostenibles y saludables; por lo que, es necesario brindarles mayor relevancia en la planificación territorial.

Los árboles aumentan la resistencia y la posibilidad de una rápida recuperación ante los desastres naturales y los riesgos relacionados al cambio climático, como son las inundaciones, las sequías, las olas de calor etc. (Cities4Forests, 2019).

Los recorridos de peatones y ciclistas y que cuentan con árboles que dan sombra, fomentan la actividad física, la interacción social y reducen la exposición a las emisiones de los vehículos (Cities4Forests, 2019).

También contribuyen a la plusvalía de las zonas circundantes. Pero, si no se gestionan adecuadamente pueden generar una percepción negativa en los ciudadanos (Rivera, 2014).

8.3. Área de conservación y uso sustentable

Como mecanismo para la conservación de estas áreas y de su manejo sustentable y que los habitantes puedan gozar de su derecho a vivir en un ambiente sano, el GAD Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas ha creado y regulado bajo la Ordenanza Provincial No. GADPST-JNG-21-2021 el Sistema Provincial de Áreas de Conservación de Santo Domingo de los Tsáchilas. (GAD Provincial SDT, 2021).

En esta ordenanza se establecen diversas categorías en función de los bienes o servicios a proteger y los objetivos de gestión a cumplir, donde el GAD Provincial SDT define las Áreas de Conservación y Uso Sustentable (ACUS) de la siguiente manera: “son áreas de importancia local, cuyo fin es la conservación de la biodiversidad y desarrollo de actividades sustentables para garantizar el mantenimiento de los servicios ecosistémicos que benefician a la vida humana. Podrán ser de carácter comunitario, privado, parroquial, municipal y/o provincial. Las ACUS pueden mantenerse en la misma categoría o podrán convertirse en áreas protegidas del SNAP previo al cumplimiento de los requisitos establecidos por la Autoridad Ambiental Nacional. Ofrece oportunidades para la investigación y monitoreo de los recursos existentes, educación ambiental, aprovechamiento y turismo sostenible” (GAD Provincial SDT, 2021).

Bajo esta mirada, el GAD Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas, bajo la Ordenanza Nro. 008, que figura en el Registro Oficial - Edición Especial N° 848 del lunes 3 de agosto de 2020, declara la Creación del Área de Conservación y Uso Sustentable Provincial Parque Kasama.

En el artículo 5 de esta ordenanza sobre el uso de suelo y categoría se dicta que “queda restringido el cambio de uso de suelo del Parque Kasama, de acuerdo a la zonificación del área descrita en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Santo Domingo siendo esta de Protección Ecológica (Pe) y la presente declaratoria, procurando adecuar el Uso de Suelo acorde a los objetivos de protección y conservación ambiental. La categoría de manejo es Área de Conservación y Uso Sustentable (ACUS)” (GAD Provincial SDT, 2020).



Figura 16: Recorridos educativos en el Bosque Protector Público Kasama.

Elaboración: GAD Provincial SD, 2018. Fuente: (Prefectura Santo Domingo de los Tsáchilas)

Además, en el artículo 9 se indica que “son actividades permitidas en el ACUS, las relacionadas con: conservación, protección, investigación, recuperación y restauración, ecoturismo y educación ambiental y cultura” (GAD Provincial SDT, 2020).

Otras actividades fuera de las anteriormente descritas, deberán realizarse bajo un informe de factibilidad que debe ser autorizado por la Dirección de Gestión Ambiental del GAD Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas. (GAD Provincial SDT, 2020).

A su vez se indica que se debe promover que todas las actividades que se realicen al interior de este ACUS Provincial, deben utilizar materiales ecológicos y tecnologías de menor impacto al ambiente. (GAD Provincial SDT, 2020).

8.4. Aprovechamiento ecológico

Mientras a nivel cantonal, el GAD Municipal de Santo Domingo, en la Propuesta del Plan de Uso y Gestión del Suelo 2020-2032 de diciembre de 2020, contempla el territorio comprendido por el Bosque Kasama como zona de Aprovechamiento Ecológico (AE), código AE25002.

Los territorios que se figuran en la zonificación normativa como AE buscan “facilitar las actividades de aprovechamiento urbanístico que se implantan en este tipo de suelo de vocación turística ecológica que, por sus especiales características de alto valor ecológico, ambiental, paisajístico o por presentar amenaza de riesgos naturales se han consolidado como áreas urbanas a proteger. Se promueve su uso con fines turísticos, ecológicos y recreativos, en los que se permite la parcelación en unidades mínimas de dos mil metros cuadrados y la ocupación en planta baja máxima de 20% del área total del lote.” (GAD Municipal SD, 2020).

Además, se indica que es posible ocupar un porcentaje mayor si se trata de un proyecto de alta importancia social y que aporte al bien común, previa revisión de su pertinencia y justificación técnica por parte del GAD municipal. (GAD Municipal SD, 2020).

Para el GAD municipal, el llamado Bosque Protector Público Kasama figura como zona de aprovechamiento ecológico, donde se debe promover el uso de suelo para “reforestación y aprovechamiento eco-turístico. Admite edificaciones amigables con el ambiente; tecnologías alternativas no contaminantes; jardín botánico, museo etnográfico, senderos naturales, miradores, fuentes de agua” (GAD Municipal SD, 2020).



Figura 17: El bambú en la construcción.

Elaboración: Urbana Design, 2021. Fuente: (Arquitectura ecológica con bambú - Urbana Design)

El aprovechamiento de los recursos naturales tiene diversos matices y por lo tanto, impactos, entendidos como indicadores de cuantificación de las perturbaciones generadas por el aprovechamiento de los recursos. El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México (INECC), considera que en el aprovechamiento sustentable (AS), “el proceso de enajenación (extracción, transformación, o valoración) de una parte de los recursos naturales permite, posibilita o directamente promueve la recuperación de ésta, de modo que garantiza la renovación y permanencia en el largo plazo, o su resarcimiento, de los componentes enajenados” (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [SEMARNAT], 2007).

Si esta recuperación se da en el corto o mediano plazo se considera una sustentabilidad fuerte (estricta); mientras que si se extiende al largo plazo se habla de una sustentabilidad débil (amplia). Además, el aprovechamiento sustentable puede ser extractivo o no extractivo. En el primer caso, se remueven parte de los recursos naturales relacionados a la materia y a la energía; mientras que el segundo actúa desde la enajenación de sus componentes, permitiendo una recuperación en el corto o mediano plazo (SEMARNAT, 2007).

Por ello, es importante considerar las perturbaciones al medio natural de cualquier tipo de aprovechamiento, pues son consideradas como la acumulación de los efectos que enfrenta la biósfera por causas de origen antrópico, que conllevan cambios en los procesos, los patrones, los ciclos, las proporciones, las cantidades, las tasas de cambio o la productividad de los diversos componentes de los ecosistemas (SEMARNAT, 2007).

8.5. Área de conservación urbana

Para esta investigación se han condensado los términos de Área de Conservación y Uso Sustentable (ACUS) y zona de Aprovechamiento Ecológico (AE), por medio del concepto de área de conservación urbana.

El Bosque Protector Público Kasama se considera como área de conservación urbana, debido a que se encuentra localizado dentro de la zona urbana de la ciudad de Santo Domingo y presenta un valor ecológico, ambiental, paisajístico y de riesgo que amerita su conservación.

Por tanto, su función es la de conservar la biodiversidad existente, de forma que esta apoye el mantenimiento en el tiempo de los servicios ecosistémicos que son esenciales para la calidad de vida de la población actual y futura.

A partir de las características de estas áreas podrán desarrollarse actividades de forma sustentable, que generen la menor cantidad de perturbaciones en los

ecosistemas. Entre estas se pueden considerar: la investigación, la restauración ecológica, el ecoturismo y la educación ambiental y cultural.

Toda la infraestructura necesaria para el desarrollo de estas actividades, deberá utilizar materiales y tecnologías de menor impacto hacia el medio ambiente, de forma que se promueva la mitigación y adaptación al cambio climático.

8.6. Borde de área de conservación urbana

A partir del concepto anterior, podemos entender que estas áreas están delimitadas por bordes específicos, debido a las características restrictivas que les imprime su uso de suelo.

El borde de área de conservación urbana que se aplica a esta investigación, se entiende como el límite o perímetro entre el área que precisa esta conservación (el bosque) y las áreas que no presentan restricciones ambientales (viviendas, calles, muros, equipamientos, etc.).

Por estar insertas dentro del territorio urbano, estas áreas podrán tener una alta variabilidad de tipos de bordes, dimensiones e interacciones con el entorno, en un espacio donde convergen diferentes características de la ciudad que le dan una nueva identidad (Torres, 2014).

Al igual que un borde natural, el borde de área de conservación ecológica limitará el desarrollo urbano; pues debido al impacto que podrían generar, muchas actividades están restringidas, influyendo en algunos casos en su forma.

Además, el borde de área de conservación urbana podrá ser lineal de acuerdo a lo visualizado por Kevin Lynch o tener un espesor como desarrolla Paul Eaton. En el primer caso, por tratarse de elementos lineales que pueden o no ser usados como sendas, que generan una ruptura de la continuidad, separando diversas regiones que se relacionan entre sí (Lynch, 2008). Mientras en el segundo caso, se considera que al articular dos situaciones límite se genera un borde con

espesor con multiplicidad de características que generan un borde o área de transición (Eaton, 2015).

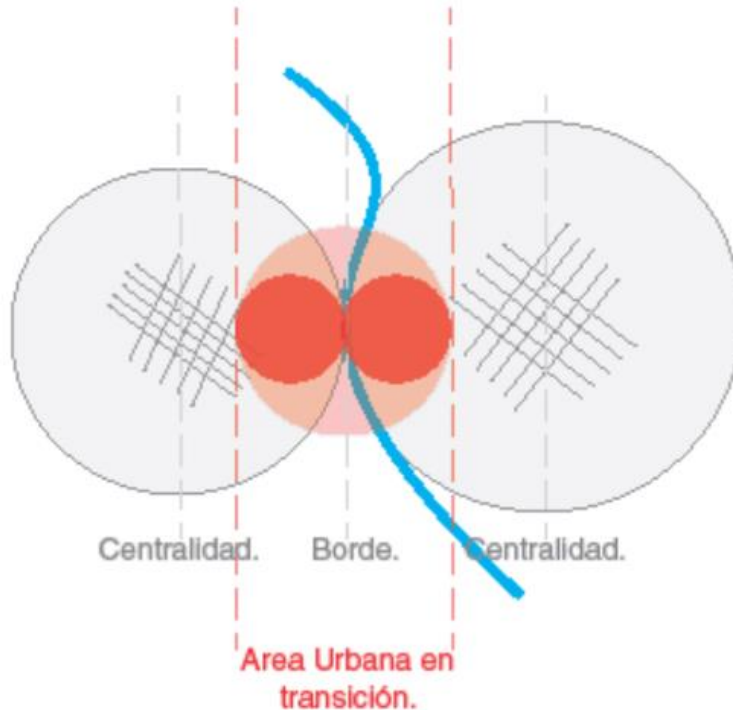


Figura 18: El borde como espacio de acción.

Elaboración: Eaton, 2015. Fuente: (Borde, acción y tratamiento urbano: Una visión sistémica para los espacios borde en la ciudad de Medellín.)

Esta área de transición, en el caso del Bosque Protector Público Kasama, está constituida como el espesor de borde entre la condición de área de conservación que goza de una protección específica por los servicios ecosistémicos que brinda y el entorno que no goza de dicha protección, generando diferencias en la interpretación de estos territorios y por consiguiente su respuesta al cambio climático.

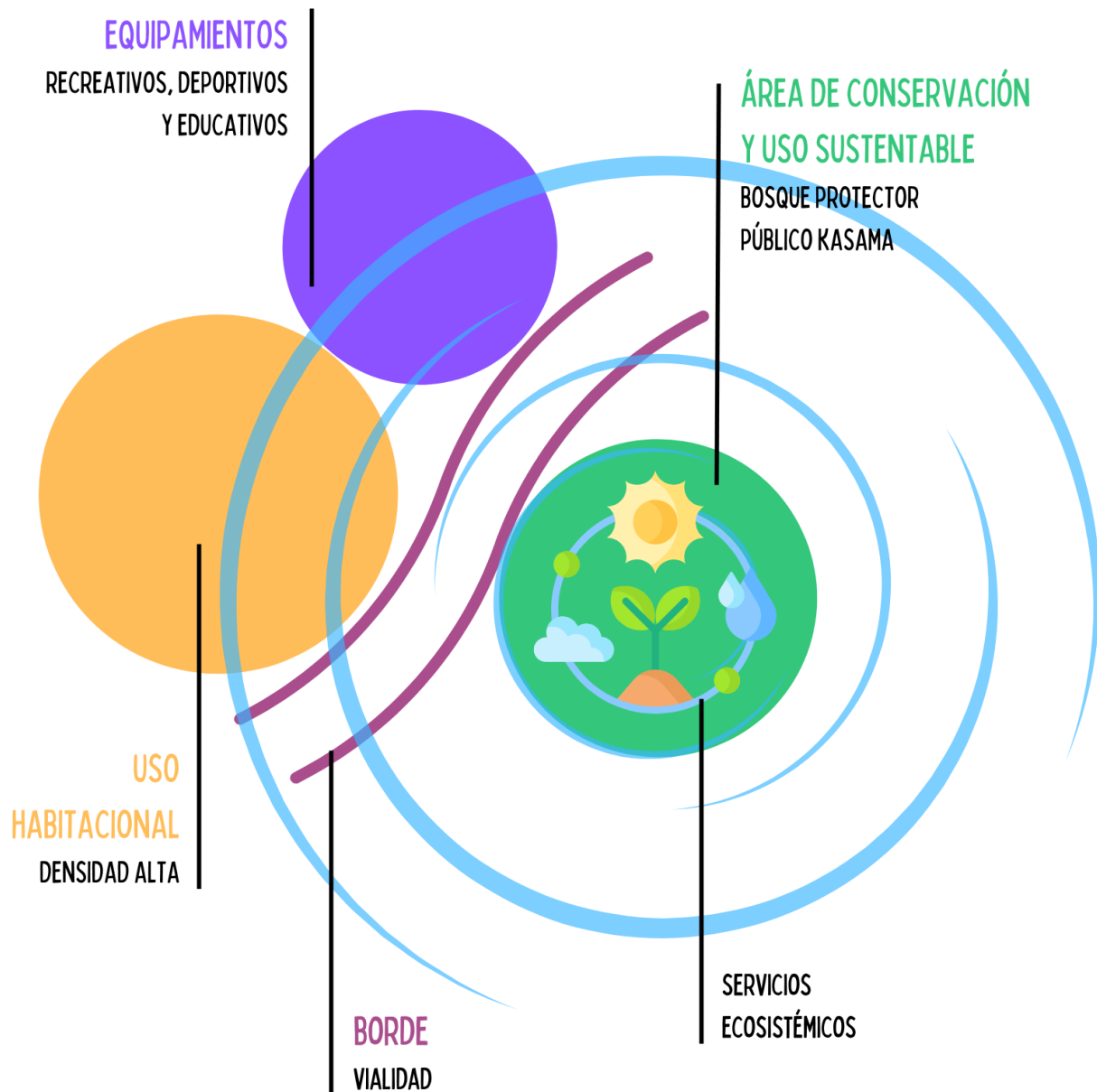


Figura 19: Configuración del borde del Bosque Protector Público Kasama.
Elaboración: Propia, 2023.

8.7. Cambio climático

El cambio climático es definido como cualquier variación en el clima a lo largo del tiempo, producto de la variabilidad natural o actividad humana. (Nadja, 2017).

Entre los factores de origen natural se encuentran los ciclos solares y las erupciones volcánicas. Mientras que el mal uso de suelo y los cambios en la

composición de la atmósfera son factores de origen antropógeno. (APGRE & GIZ, 2020).

La irresponsable actividad humana ha provocado el incremento de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, que ocasionan el calentamiento global, principalmente de vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) (APGRE & GIZ, 2020).

Las actividades humanas han influido tanto en el sistema climático global que es urgente tomar acciones responsables para afrontar esta crisis climática. Pues el aumento de la temperatura en la atmósfera y en el océano ha derivado en el derretimiento de los polos, aumentando el nivel del mar.

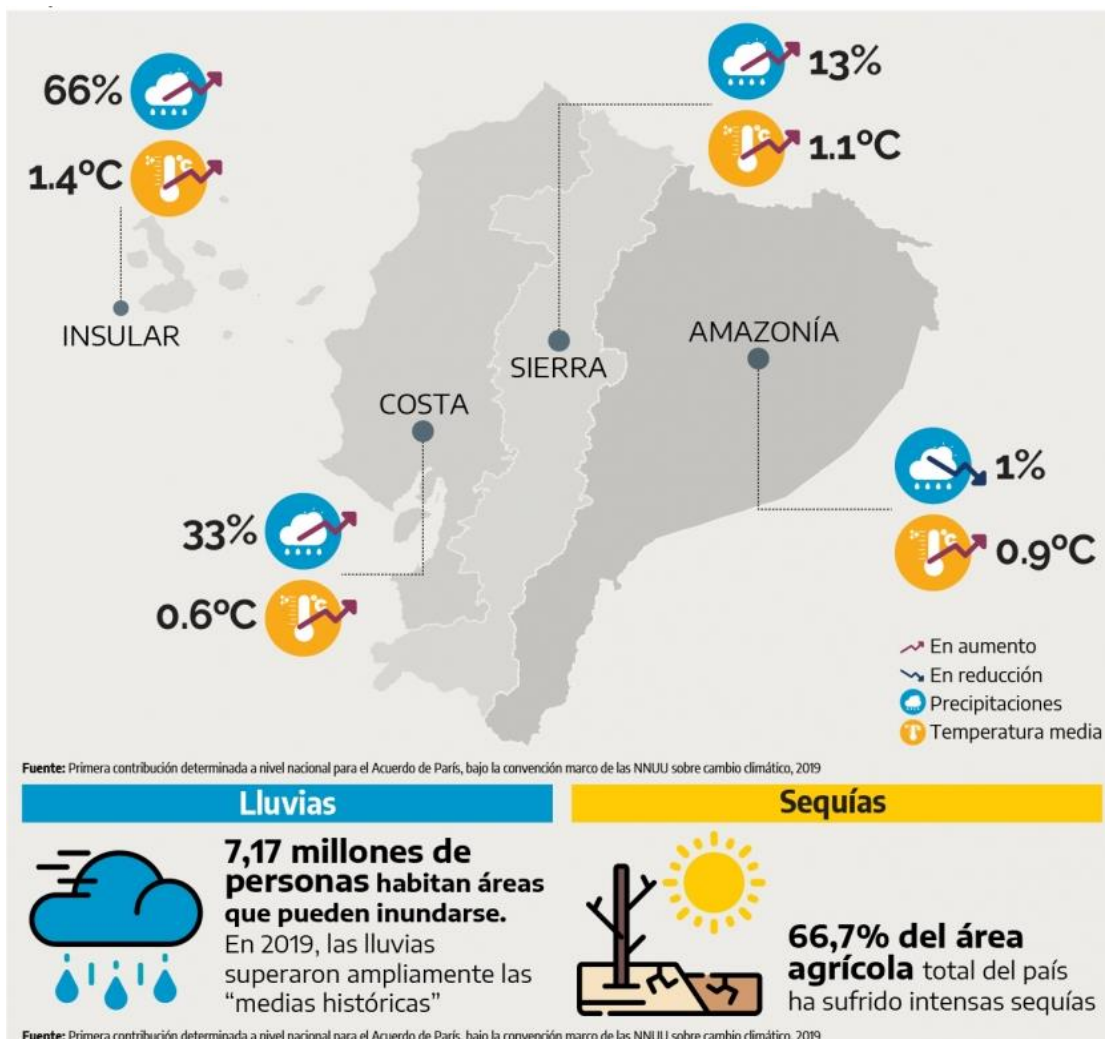


Figura 20: Algunos efectos del cambio climático en Ecuador.

Elaboración: Plan V, 2020. Fuente: (Hidroeléctricas en Ecuador: ¿a espaldas del cambio climático?)

Continuamente la acción humana está alterando el clima, esto se ha venido evidenciando en diversos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos en diversas partes del mundo, como aumento o disminución de las temperaturas a niveles extremos, aumento de las precipitaciones que generan grandes inundaciones, sequías extremas, incendios, huracanes, lluvias torrenciales, etc. (CONAMA, 2020).

Para enfrentar el reto del cambio climático, la naturaleza ofrece grandes oportunidades para almacenar carbono y reducir las emisiones de CO₂. Entre las soluciones climáticas naturales se destacan: las reducciones de las emisiones de GEI, por el cambio del uso del suelo, la captura y almacenamiento de CO₂ y el mejoramiento de la resiliencia de los ecosistemas.

8.7.1. Mitigación del cambio climático

Este concepto hace referencia a las intervenciones para reducir los efectos del cambio climático, incluyendo diversas estrategias para la reducción de las emisiones y fuentes de gases de efecto invernadero (GEI), que a su vez potencia los sumideros de GEI. (Nadja, 2017).

Si incrementamos las medidas de mitigación, habrá una menor necesidad de tomar medidas de adaptación en el futuro. Para lograr este escenario, es preciso que la perspectiva de mitigación se emplee en acciones dentro de todos los niveles de la sociedad: político, cultural, tecnológico, socioeconómico. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2015).

8.7.2. Adaptación al cambio climático

El concepto de adaptación está directamente relacionado con la capacidad de respuesta que tienen las ciudades al enfrentar los efectos del cambio climático, de forma que el territorio pueda recuperarse rápidamente (Rueda, 2012).

Ya que la evidencia sugiere que por la falta de acciones de los gobiernos, especialmente de los que históricamente han venido contribuyendo en mayor medida a las emisiones de GEI, es prácticamente inevitable el aumento de la temperatura (CEPAL, 2014).



Figura 21: Diferencia entre mitigación y adaptación al cambio climático.

Elaboración: Cambia el Clima, 2019. Fuente: (Mitigación y adaptación al cambio climático - Cambia el Clima)

Paradójicamente, son los países con menor nivel de emisiones de GEI los que reciben los mayores impactos; debido a su posición geográfica, su frágil economía, su limitada disponibilidad de recursos, etc. lo que implica un alto costo para las naciones. Por ello, es necesario que se desarrollen acciones y políticas de adaptación a nivel local y nacional, que contribuyan a reducir los impactos climáticos que serán cada vez más intensos y frecuentes, en miras de lograr un desarrollo urbano sostenible. (CEPAL, 2014).

Además, se debe tener en consideración, que los costos de tomar acciones de adaptación, son menores que los costos generados por los diversos impactos del cambio climático. CEPAL (2014). Por lo que, todos los actores de las ciudades deben ser conscientes de los beneficios a largo plazo para las generaciones actuales y las futuras.

8.8. Servicios ecosistémicos

Esta protección deriva de los servicios ecosistémicos que proporciona el medio ambiente al ser humano, porque como indica el centro de investigación CREAM “combinan la preservación del medio natural a la vez que se hace un uso y desarrollo sostenibles” (CREAF, 2016).

Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) indica que son “la multitud de beneficios que la naturaleza aporta a la sociedad” considerando que “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” (FAO, 2022).

La FAO examina los servicios que ofrecen los ecosistemas y su interacción con los sistemas de producción, a partir de las cuatro categorías definidas en el libro La economía de los ecosistemas y la biodiversidad (TEEB): servicios de abastecimiento, servicios de regulación, servicios de apoyo y servicios culturales (Sukhdev, 2014).



Figura 22: Categorías de servicios ecosistémicos.

Elaboración: WWF-Colombia, 2018. Fuente: (Glosario ambiental: Servicios ecosis... ¿qué?)

8.8.1. Servicios de abastecimiento

Los servicios de abastecimiento o aprovisionamiento son los beneficios materiales que se obtienen directamente de los ecosistemas y que comúnmente se comercializan en los mercados (FAO, 2022). De ellos depende la seguridad alimentaria de muchas familias, especialmente en el área rural. Entre ellos figuran: agua para consumo, materias primas, alimentos y recursos medicinales (Sukhdev, 2014).

8.8.2. Servicios de regulación

Estos servicios parten de los procesos de regulación de los ecosistemas, que generalmente no son visibles y por ello, son comúnmente alterados, lo ocasiona pérdidas que difícilmente se pueden recuperar (FAO, 2022).

En esta investigación, estos servicios proporcionados por los árboles urbanos son de particular interés por su relación con las áreas de conservación urbana y sus bordes; por lo que, se detallan a continuación:

8.8.2.1. Clima local y calidad del aire

Además de dar sombra, los bosques intervienen directamente en el ciclo del agua, influyendo en la cantidad de precipitaciones que se reciben desde la atmósfera, lo que determina gran parte de la cantidad de agua disponible en la corteza terrestre. Esta influencia se visualiza tanto a escala local como regional (FAO, 2022).

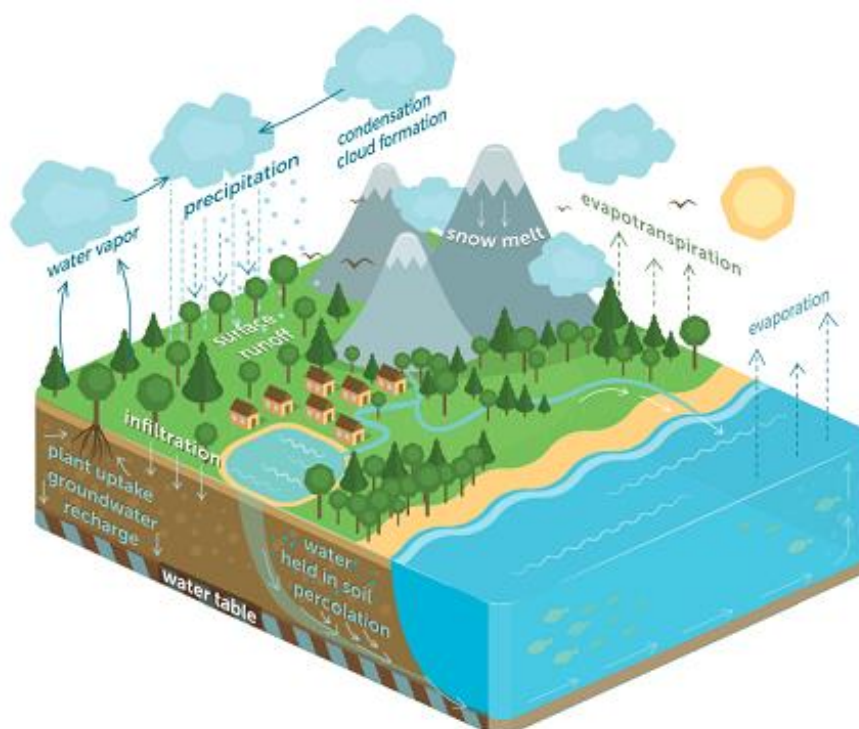


Figura 23: El nexo bosque-agua.

Elaboración: FAO, 2022. Fuente: (Programa sobre los bosques y el agua)

También a nivel urbano, los árboles influyen en la calidad del aire que muchas veces alcanza niveles de deterioro alarmantes para la salud del ser humano. A continuación, los servicios prestados por los árboles urbanos (FAO, 2022):

- Por medio de la fotosíntesis convierten el dióxido de carbono en oxígeno, el cual es esencial para la supervivencia del ser humano y de los animales.
- Interceptan partículas contaminantes como polvo, ceniza, polen y humo perjudiciales para la salud humana.
- Absorben gases con altos niveles de toxicidad como el ozono, el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno.
- Ayudan a la formación de ozono en las ciudades por medio de la emisión de compuestos orgánicos volátiles.
- Reducen la temperatura local del aire.
- Reducen las temperaturas extremas de las edificaciones en las diversas estaciones, lo que disminuye el consumo de energía que en la mayoría de los casos proviene de combustibles fósiles.



Figura 24: Diferencia de temperatura en calles con y sin protección de sombra del arbolado urbano.

Elaboración: Moreland City Council, 2017. Fuente: (Urban Forest Strategy 2017 - 2027)

8.8.2.2. Secuestro y almacenamiento de carbono

Según lo detallado en el punto anterior, los árboles y las plantas de menor tamaño, durante toda su vida eliminan dióxido de carbono de la atmósfera, así como otros GEI, reteniéndolos en sus tejidos (FAO, 2022), aportando significativamente en la mitigación de los efectos del cambio climático.

8.8.2.3. Moderación de fenómenos extremos

Las áreas que son gestionadas adecuadamente y que presentan una buena cobertura vegetal, ayudan a reducir la incidencia y el alcance de las inundaciones; así como, el desprendimiento de tierra en las zonas aledañas cuando los fenómenos climáticos o tectónicos son de menor escala. Es decir, que amortiguan los daños que puedan ser causados en el terreno (FAO, 2022).

8.8.2.4. Tratamiento de aguas residuales

Por medio de su función en el ciclo de los nutrientes y de su sistema radicular, los árboles urbanos cooperan en el tratamiento de las aguas residuales. (FAO, 2022).

8.8.2.5. Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo

La estructura de la cubierta, el espacio entre los árboles y la cobertura vegetal disminuyen las posibilidades de erosión del suelo, pues conforman un escudo protector que permite el desarrollo de los procesos biológicos naturales como la fijación del nitrógeno, que son esenciales para mantener la fertilidad del suelo (FAO, 2022).

Además, el impacto de la lluvia sobre el terreno es menor; ya que las gotas se distribuyen por la estructura de forma equilibrada hasta llegar al suelo, evitando la degradación de la tierra y la consiguiente desertificación.

8.8.2.6. Polinización

Los bosques son el hogar y la base de la alimentación de los polinizadores animales, entre los que figuran los insectos, algunas aves y los murciélagos. La polinización animal es un servicio ecosistémico vital para el crecimiento de frutas, verduras, semillas y diversos tipos de vegetación, que aportan al mantenimiento de la biodiversidad de los bosques (FAO, 2022).



Figura 25: Las abejas son uno de los principales agentes polinizadores.

Elaboración: Generación verde, 2016. Fuente: (¿Qué es la polinización?)

Según datos de la FAO los principales polinizadores animales “inciden en el 35% de la producción agrícola mundial, elevando la producción de alrededor del 75% de los principales cultivos alimentarios de todo el mundo.”

8.8.2.7. Control biológico de plagas

En los bosques se encuentran depredadores y parásitos que apoyan al control de posibles vectores de plagas y enfermedades; por lo que, son un gran aliado para el mantenimiento saludable de los ecosistemas.

8.8.2.8. Regulación de los flujos de agua

De acuerdo a la FAO, “la regulación del flujo de caudales ejercida por los bosques es el resultado de procesos que se desarrollan en la cubierta de copas,

en la superficie y bajo la superficie del suelo: una combinación de interceptación, transpiración, evaporación, evapotranspiración e infiltración”. Por lo que, son imprescindibles para que el ser humano y los ecosistemas tengan agua de calidad disponible para su desarrollo.

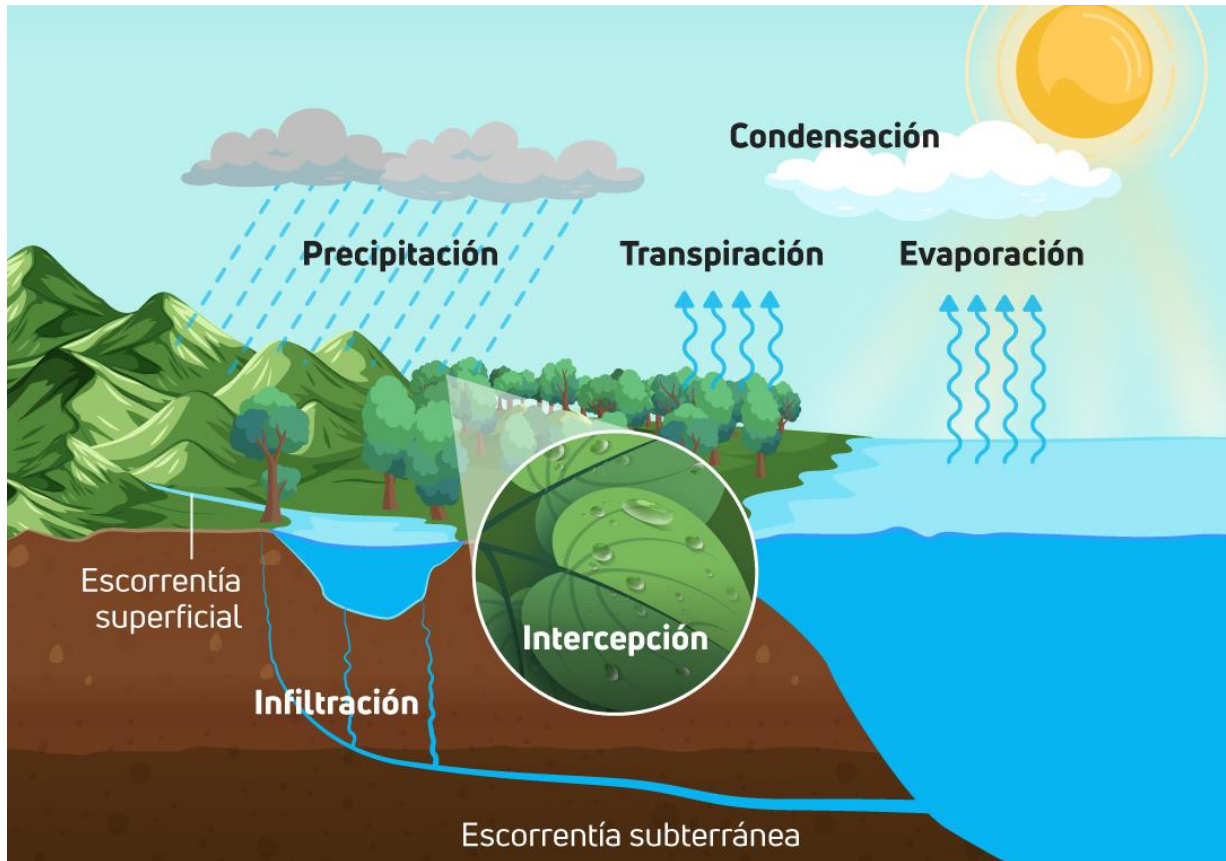


Figura 26: Los árboles y el ciclo del agua.

Elaboración: MasterGIS, 2022. Fuente: (Ciclo del agua - MasterGIS)

8.8.3. Servicios de apoyo

Los servicios de apoyo son la base para la producción del resto de servicios ecosistémicos, pues generan los espacios vitales para el desarrollo de la flora y la fauna (FAO, 2022). Entre estos se consideran: hábitat para especies y conservación de la diversidad genética (Sukhdev, 2014).

8.8.4. Servicios culturales

Los servicios culturales son los beneficios inmateriales que aportan los ecosistemas, pues son fuente de inspiración, identidad y de experiencias espirituales relacionadas con el entorno natural (FAO, 2022).

Entre estos figuran cuatro: recreación, salud mental y física; turismo; valor estético e inspiración artística; y experiencia espiritual y sentido de pertenencia (Sukhdev, 2014).

De los bosques se obtienen todos los beneficios de las 4 categorías generales, de ahí la importancia de su conservación, protección y potencialización, especialmente en las ciudades; ya que, contribuyen a un desarrollo urbano sostenible tan necesario en la actualidad.

8.9. Soluciones basadas en la naturaleza (SbN)

Considerando que en el caso de estudio nos encontramos ante un borde de conservación urbana, es preciso que las estrategias busquen responder a las problemáticas a través del menor impacto posible a los ecosistemas, siendo de especial interés las SbN.

El concepto de SbN es definido por la UICN como las “acciones para proteger, gestionar y restaurar de forma sostenible los ecosistemas naturales o modificados, que abordan desafíos sociales (por ejemplo, cambio climático, seguridad alimentaria, hidrografía o desastres) de manera eficaz y adaptativa, al tiempo que proporciona bienestar y beneficios a la biodiversidad”. (Cohen-Shacham, 2016).

Mientras que la Comisión Europea entiende que las SbN se dirigen hacia “los desafíos sociales como soluciones inspiradas y respaldadas por la naturaleza, que son rentables, proporcionan simultáneamente servicios ambientales, sociales y beneficios económicos y ayudan a desarrollar la resiliencia. Estas

soluciones son más productivas, más diversas, con la naturaleza y las características y procesos naturales en las ciudades y paisajes, a través de intervenciones” (European Commission, 2016).

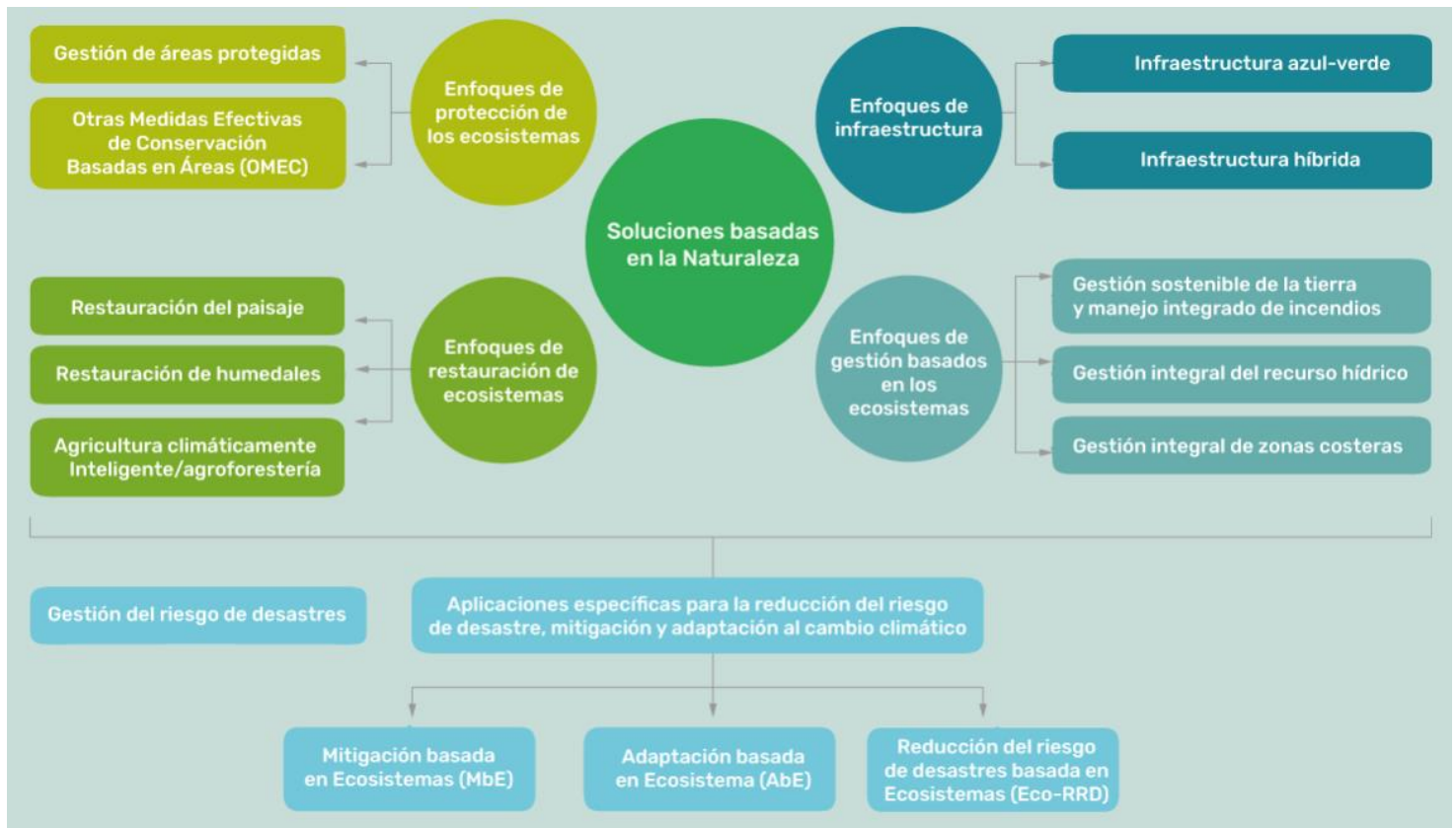


Figura 27: Familias de enfoques de soluciones basadas en la naturaleza.

Elaboración: Instituto Humboldt, 2020. Fuente: (Soluciones basadas en la naturaleza para afrontar el cambio climático.)

Otros autores han desarrollado herramientas para verificar que las SbN estén correctamente diseñadas y que sean factibles y duraderas en el tiempo. A este respecto corresponden los criterios presentados por la UICN, que indican que las SbN deben responder de forma eficaz a los desafíos sociales y que estén diseñadas de forma que puedan adaptarse a cualquier dimensión. (UICN, 2020).

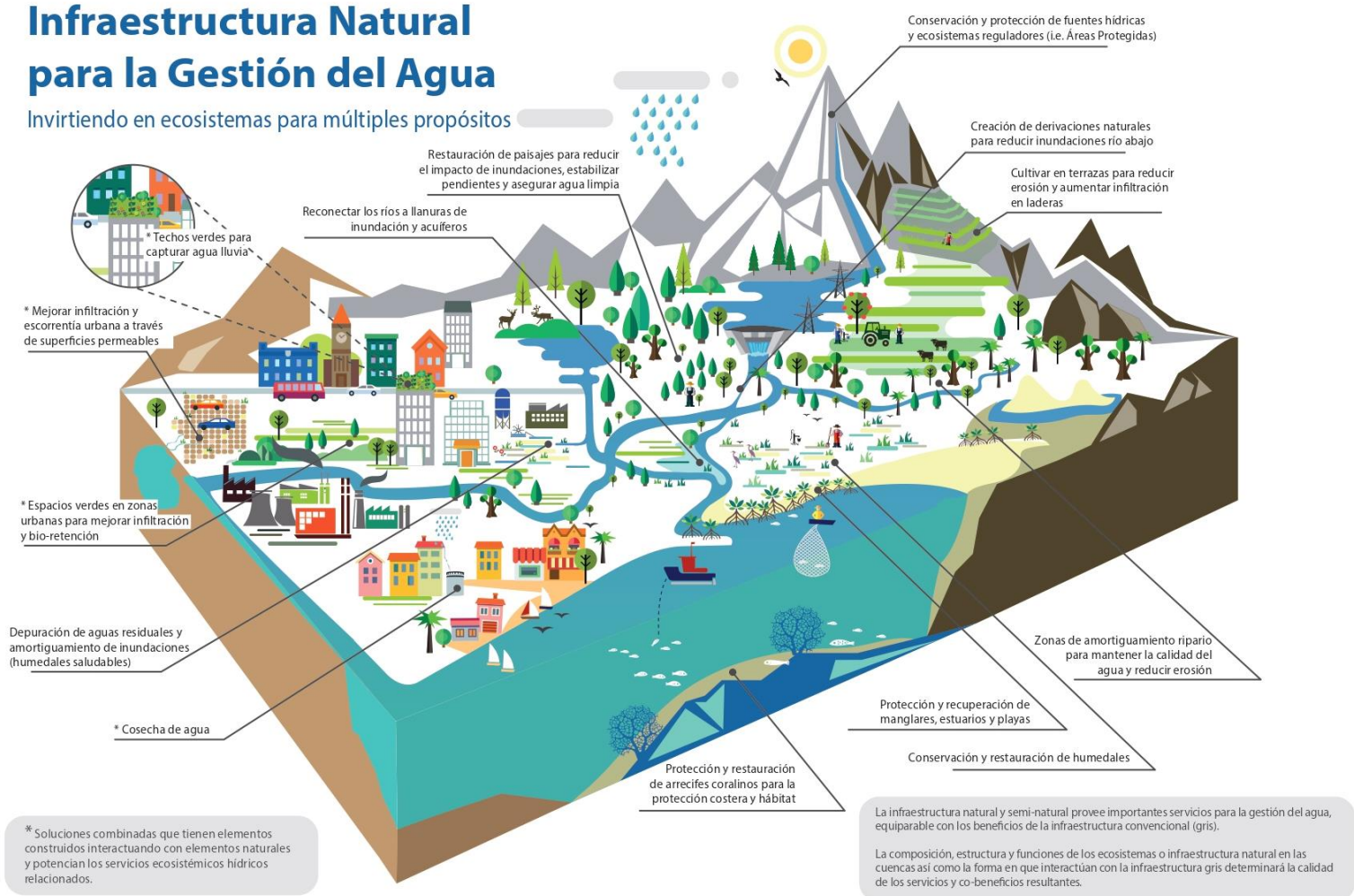
Además, las SbN destacan porque se puede percibir una ganancia neta en la biodiversidad y la integración de los ecosistemas. Al mismo tiempo estas soluciones son viables en términos económicos. Por tanto, ofrecen un equilibrio

entre el logro de los principales objetivos y los diversos beneficios que se perciben de forma constante. (UICN, 2020).

La UICN también agrega que las SbN se deben integrar en el contexto jurisdiccional de forma adecuada y sostenible, basada en procesos de gobernanza transparentes, inclusivos y empoderadores; por tanto, se gestionan de forma adaptativa, con base en datos. (UICN, 2020).

Infraestructura Natural para la Gestión del Agua

Invirtiendo en ecosistemas para múltiples propósitos



© IUCN Water

Figura 28: Aplicación de SBN para la gestión del agua.

Elaboración: Walter, 2017. Fuente: (Infraestructura Natural para la Gestión del Agua)

Por otro lado, la Provincia de Málaga, en su guía de SbN (2021), las identifica como formas de hacerle frente a los problemas ambientales a través del aprovechamiento de todo el conocimiento que nos brindan los procesos

naturales, siendo una alternativa ante las soluciones de ingeniería tradicional que se basan en el uso de estructuras grises.

Comparados con estos, las SbN conllevan múltiples beneficios, entre los que se pueden mencionar: mejoramiento de la calidad de vida a través de la creación de espacios verdes y paisajes, protección ante la erosión y las inundaciones, restauración de las cuencas hidrográficas, recuperación de suelos degradados, secuestros de carbono, mejoramiento de la calidad del agua, climatización natural, ahorro de energía, reducción y tratamiento de residuos, producción de energía renovable, preservación de los ecosistemas, entre otros. (Provincia de Málaga, 2021).

8.9.1. Adaptación basada en ecosistemas (AbE)

De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) “la adaptación basada en los ecosistemas (AbE) es una estrategia de adaptación al cambio climático que aprovecha las soluciones que se apoyan en la naturaleza y los servicios ecosistémicos” (PNUMA, 2020).

Además, agrega que “aunque se trata principalmente de un enfoque de adaptación, también puede contribuir a la mitigación del cambio climático mediante la reducción de las emisiones que se producen a raíz de la pérdida de hábitats y la degradación de los ecosistemas” (PNUMA, 2020).

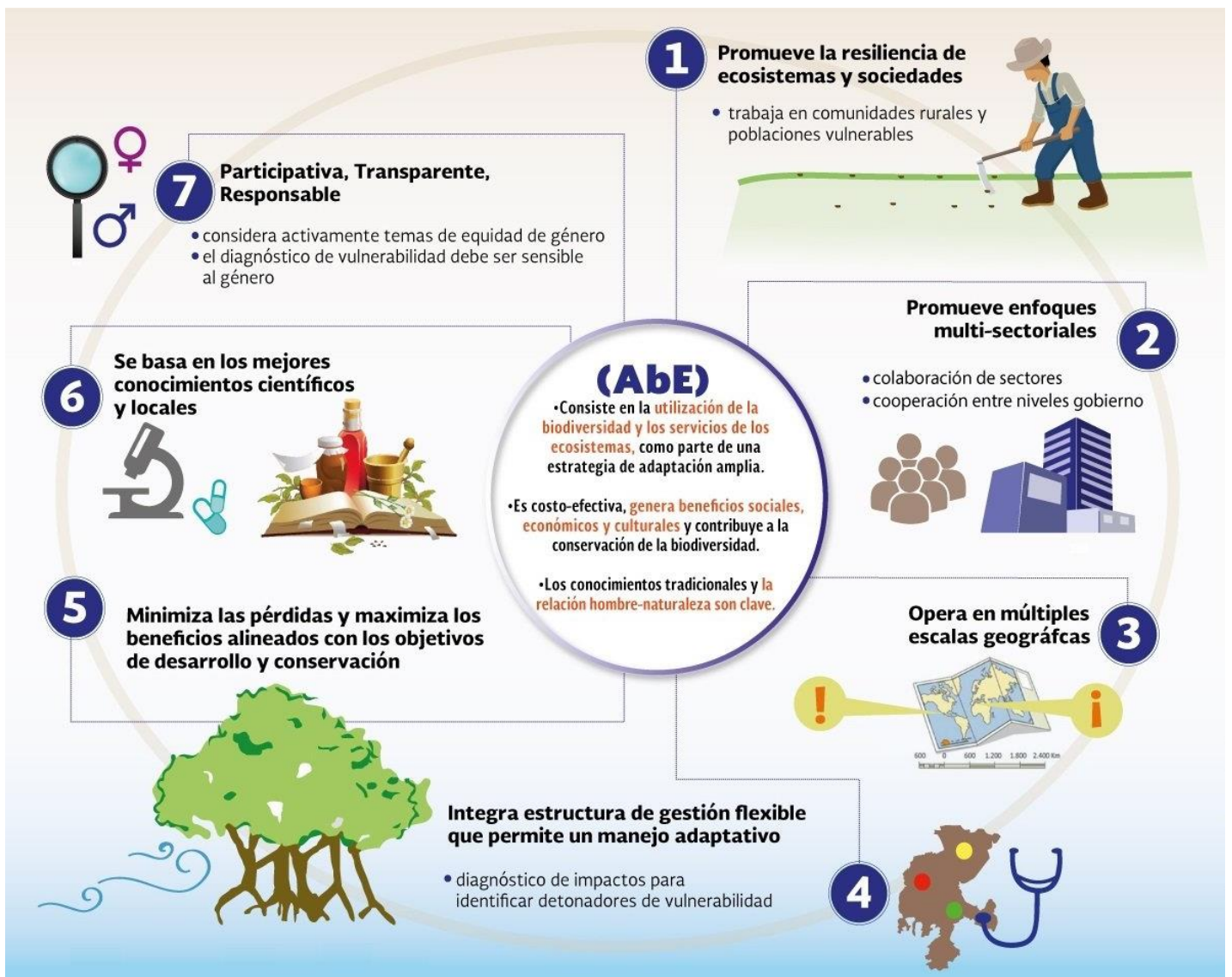


Figura 29: Principios de la Adaptación basada en ecosistemas.

Elaboración: CONANP, 2016. Fuente: (Principios de la Adaptación basada en ecosistemas - Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México.)

En nuestras ciudades la existencia de parques, jardines, bosques, etc. están altamente amenazadas; ya que, el desarrollo urbano cada vez más acelerado y/o no planificado influye en el deterioro de estos ecosistemas urbanos, que reciben mayores impactos del cambio climático; por ello, es importante tomar medidas específicas como las que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 22. Soluciones típicas de AbE en ecosistemas urbanos, junto con ejemplos de indicadores que reflejan directamente el objetivo principal de adaptación de cada medida.

Objeto del impacto del cambio climático	Medida de AbE	Elementos de los indicadores de resultados
Inundaciones y erosión del suelo resultantes de las precipitaciones extremas y las tormentas cada vez más frecuentes y severas.	Reforestación urbana con especies resistentes, para frenar la escorrentía y estabilizar el suelo, protegiendo las infraestructuras y los edificios de inundaciones, socavación y sedimentación.	Frecuencia y gravedad de las inundaciones, medidas de la erosión del suelo, medidas de los daños causados a las infraestructuras.
Estrés térmico y sequías, por la reducción y la variabilidad de las precipitaciones y el aumento de las temperaturas.	Creación de espacios verdes urbanos para aumentar la capa de dosel, reduciendo el "efecto isla de calor urbano" y aumentando la disponibilidad de agua.	Extensión de la cubierta vegetal protectora, medidas del microclima local (temperatura y humedad).
Las inundaciones resultantes de las precipitaciones extremas y las tormentas cada vez más frecuentes y severas.	Creación de zonas de amortiguamiento con vegetación, entre las áreas propensas a inundaciones y las infraestructuras para la reducción de daños.	Frecuencia y gravedad de las inundaciones, medidas de los daños causados a las infraestructuras.

Fuente: (UNEP, 2019). Elaboración: Propia, 2023.

Una de las particularidades de este concepto es que se desarrolla a partir del bienestar humano, sin dejar de reconocer que nuestra resiliencia está directamente ligada a la calidad de los ecosistemas (Adaptation Community, 2022), que generan múltiples beneficios a nivel local social, cultural, ambiental y económico (UICN, 2012).

8.9.2. Infraestructura verde-azul

8.9.2.1. Infraestructura verde

Dentro de las SbN se disecciona el concepto de Infraestructura Verde, definido como “una herramienta de eficacia probada que aporta beneficios ecológicos, económicos y sociales mediante soluciones naturales y que nos ayuda a comprender el valor de los beneficios que la naturaleza proporciona a la sociedad

humana y a movilizar inversiones para sostenerlos y reforzarlos. Dicho de otro modo, es una red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, que presta una extensa gama de servicios ecosistémicos” (Dige, 2021).

Adicionalmente, la infraestructura verde implica “acciones correctoras sobre situaciones preexistentes o ser incluida en la planificación urbana y diseño de operaciones” (Castro, 2022).

Por su parte, Dige agrega que “la infraestructura verde puede ofrecer múltiples funciones y beneficios en un mismo ámbito territorial. Dichas funciones pueden ser de tipo medioambiental (conservación de la biodiversidad o la adaptación al cambio climático), social (construcción de drenajes de agua o espacios verdes) y económico (creación de empleo y el aumento del precio de los bienes inmuebles). Este contraste con las soluciones de infraestructura gris, que generalmente cumplen una única función, como la de alcantarillado o la de transporte, es lo que confiere su atractivo a la infraestructura verde, dotada del potencial de abordar varios problemas a la vez. La infraestructura gris tradicional sigue siendo necesaria, pero con frecuencia puede reforzarse con soluciones naturales” (Dige, 2021).

En esta misma línea, Castro indica que “la infraestructura verde puede gestionarse de manera más adaptable que las inversiones en infraestructura gris, que tienden a ser más costosas de modificar tras su construcción inicial. La adopción de infraestructura verde puede ayudar a cerrar la brecha de inversiones de infraestructura mediante la mejora de los servicios que brinda la infraestructura gris” (Castro, 2022).

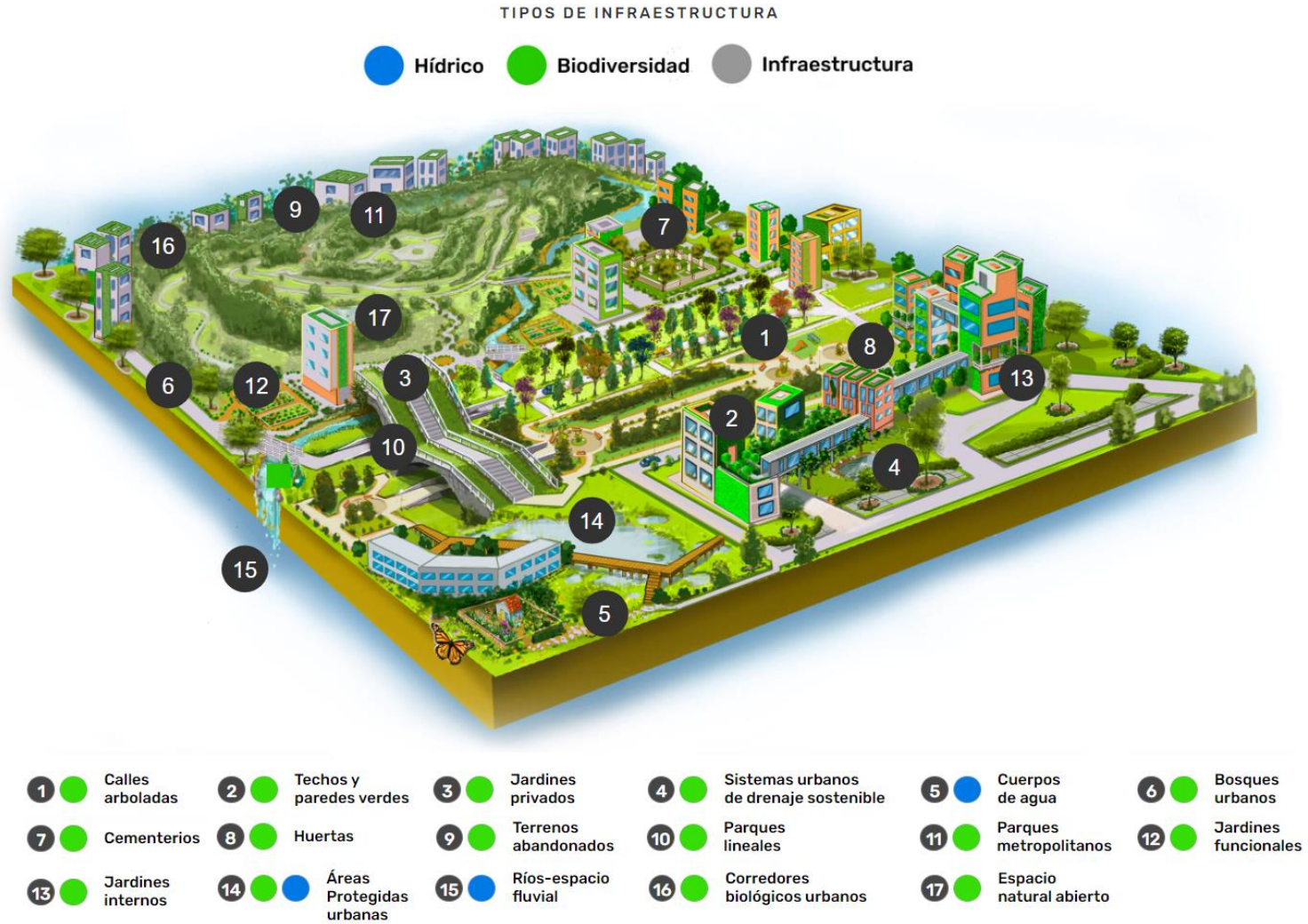


Figura 30: Elementos de la infraestructura verde urbana.

Elaboración: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2021. Fuente: (Ficha: 402, 2020, Infraestructura verde urbana.)

Considerando la complejidad del entorno urbano las soluciones híbridas, que incluyen infraestructura verde y gris, son las que permiten maximizar la eficiencia de ambas (Castro, 2022).

Un ejemplo que Dige detalla para comprender el alcance de los beneficios de utilizar la infraestructura verde es la reducción de las “escorrentías de las precipitaciones tormentosas que se filtran en las redes de alcantarillado y, en última instancia, en los lagos, ríos y arroyos, aprovechando las capacidades de retención y de absorción de la vegetación y del suelo. En estos casos, la infraestructura verde produce, entre otros beneficios, los de aumentar la captura de carbono, mejorar la calidad del aire, mitigar el efecto isla de calor urbano y crear hábitats adicionales para la vida silvestre y espacios recreativos. Las zonas verdes contribuyen asimismo al paisaje cultural e histórico, confiriendo identidad a los sitios y a los paisajes de las zonas urbanas y periurbanas donde la gente vive y trabaja. Los estudios realizados demuestran que las soluciones de infraestructura verde son menos costosas que las de infraestructura gris y ofrecen una amplia variedad de beneficios complementarios a las economías locales, al tejido social y al medio ambiente en general” (Dige, 2021).

Además, ante los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, que son cada vez más frecuentes y más intensos a causa del cambio climático, vemos como la infraestructura verde contribuye a la mitigación de sus efectos y a la potenciación de los servicios ecosistémicos para la regulación del clima (Dige, 2021).

Actualmente, se observan a nivel mundial, diversos proyectos que implementan infraestructura verde a distintas escalas como: jardines de inundación, cubiertas verdes, ciudades esponja, corredores verdes, etc. (Castro, 2022), la que en combinación con la infraestructura azul puede ampliar los beneficios, pues están íntimamente relacionadas con los servicios ecosistémicos.

8.9.2.2. Infraestructura azul

“La infraestructura azul está relacionada con la infraestructura urbana de agua, y comprende aquellos componentes naturales y construidos a escala de paisaje/ciudad, tales como ríos, quebradas, lagos, esteros y humedales, así como también otros elementos diseñados para captar e infiltrar las aguas lluvias, como es el caso de los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SDUS)” (Ciudades verdes, 2021).



Figura 31: Sistema de drenaje sostenible del Bishan-Ang Mo Kio Parka de Singapur antes y después de una tormenta.

Elaboración: Eco Inventos, 2019. Fuente: (Propuesta de solución para evitar inundaciones en las ciudades)

Los beneficios de este tipo de infraestructura son variados. Por ejemplo, una de las mayores problemáticas en las ciudades son las islas de calor, que ocasionan graves problemas en la salud de ser humano a causa del aumento de la temperatura, propiciando un aumento de consumo de energía eléctrica para medios artificiales de enfriamiento, lo que conlleva a un aumento del costo de la vida y de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

En este sentido, la infraestructura azul contribuye a la regulación del clima, pues los cuerpos de agua producen un efecto de reducción de la temperatura de la superficie del suelo, en un radio de 800 metros aproximadamente, disminuyendo los efectos de las islas de calor urbanas (Ciudades verdes, 2021).



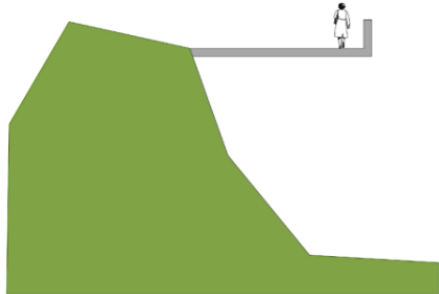

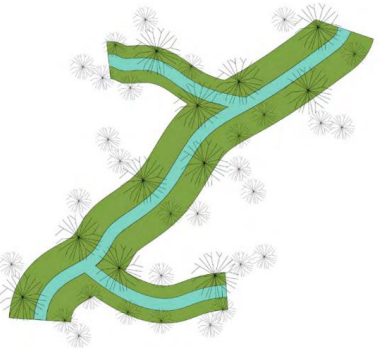

La infraestructura azul apoya la retención y filtración de residuos tóxicos, mejorando la calidad del agua. También ayuda a desacelerar las aguas pluviales reduciendo la probabilidad de inundaciones y enriqueciendo la vegetación y el suelo circundante. Algunos ejemplos son: jardines de lluvia, drenajes sostenibles, humedales artificiales, techos verdes, cuencas de retención y detención (Transecto, 2021).


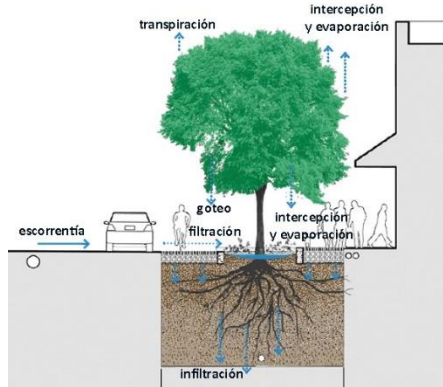



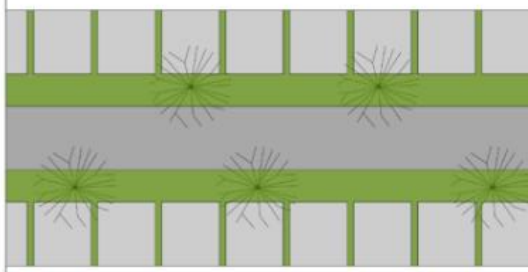




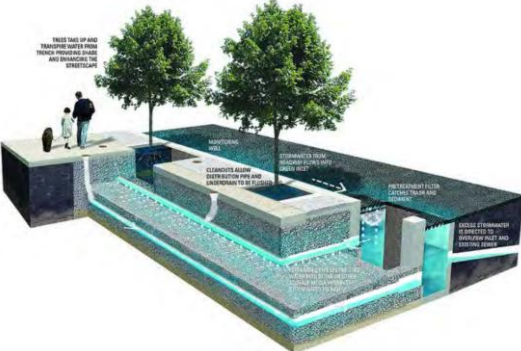

8.9.2.3. Aplicaciones de infraestructura verde-azul








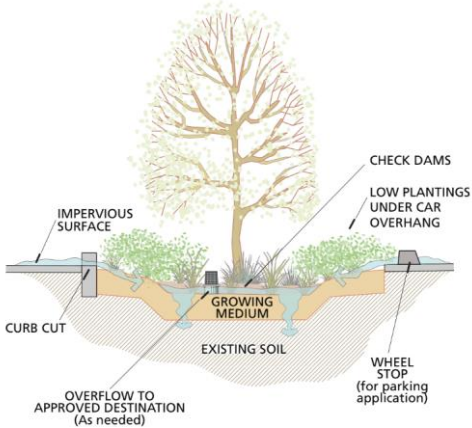




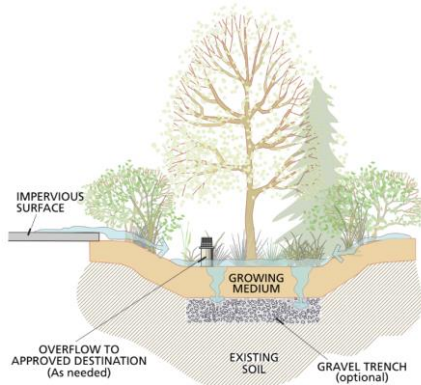

Como se puede apreciar en los dos enunciados anteriores estos tipos de infraestructuras están íntimamente relacionados y su combinación junto con la infraestructura gris puede maximizar sus beneficios.




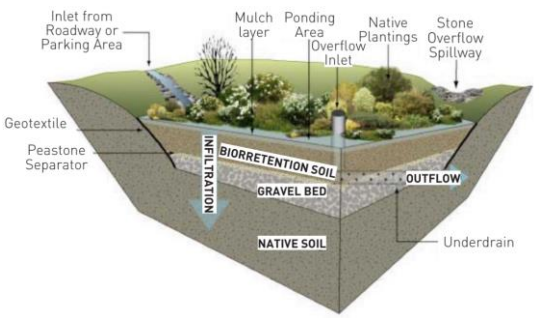




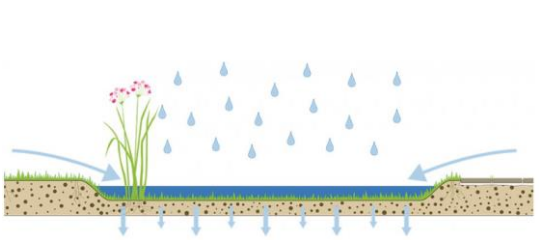




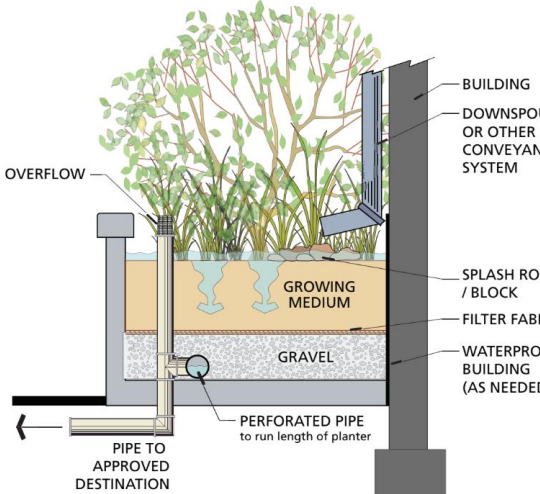

A continuación, se presenta un cuadro de sus distintas aplicaciones en torno al mantenimiento de los servicios ecosistémicos de regulación del clima:




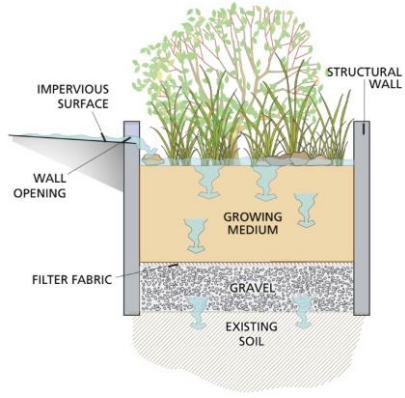



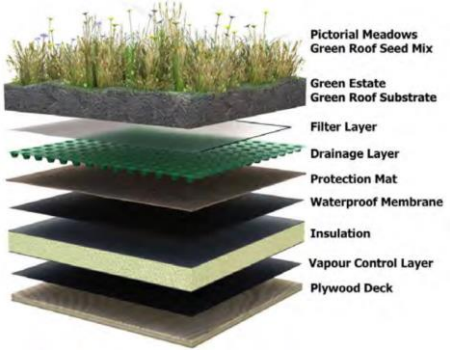





Tabla 23. Aplicaciones de infraestructura verde-azul

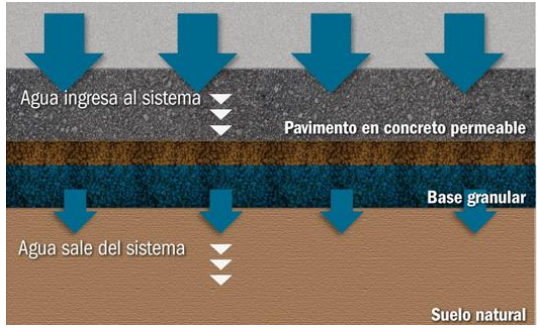

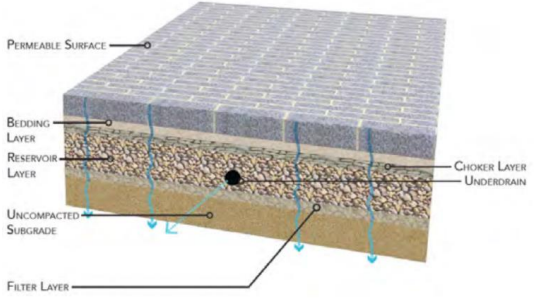

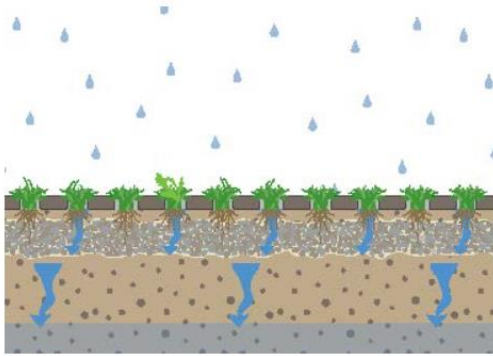

Tipo			Nombre	Descripción	Gráfica	Imagen
●	●		Parques de biodiversidad	Espacios para la recuperación y estudio de flora y fauna nativa.		
	●	●	Miradores urbanos	Empleo de la topografía para el disfrute de los elementos naturales de la ciudad. Los miradores se construyen con materiales no contaminantes.		
●	●		Quebradas urbanas	Recuperación e integración de las quebradas con entorno. Permite la creación de corredores verdes naturales. Ampliación de los márgenes de protección. Incluir acciones de descontaminación y de tratamiento de aguas servidas.		



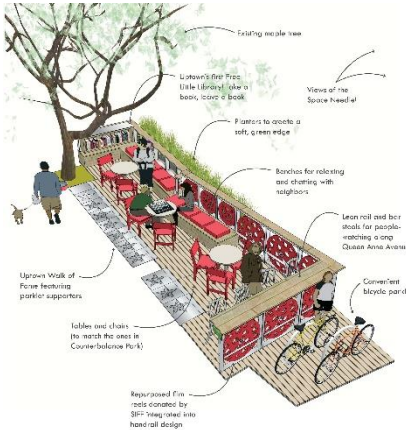



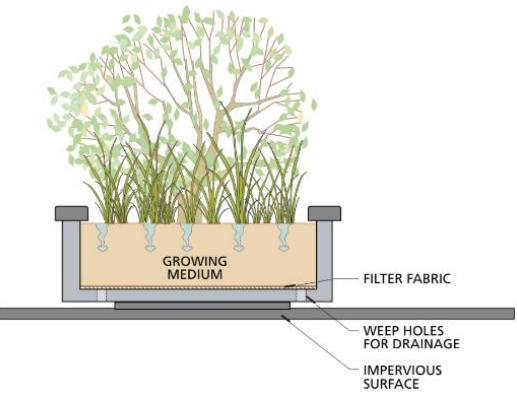

		<p>Cobertura arbórea</p>	<p>Plantación de árboles de forma individual o grupal sobre espacios urbanos con capacidad para albergarlos.</p>		
 		<p>Calles verdes</p>	<p>Se privilegia la relación del peatón con la naturaleza; por medio de la ampliación de aceras, reducción de calzadas, franjas verdes, pavimentos permeables, etc.</p>		
  		<p>Fosas para árboles o arcorques</p>	<p>Sistema que consta de tuberías para almacenamiento de agua, suelos estructurales y árboles. Espacio libre en el suelo alrededor del tronco.</p>		

 		<p>Espacios de sombra verde</p>	<p>Diseñados para reducir el impacto de las precipitaciones y el soleamiento. Incluye arborización alta y mobiliario urbano como parasoles o pérgolas de madera.</p>		
  		<p>Bioswales</p>	<p>Depresiones en pendientes suaves con vegetación densa para el tratamiento de las aguas pluviales. En caso de que los suelos no drenen adecuadamente se puede trabajar con un pozo seco o una zanja de drenaje. Los canales pueden incluir diques de contención para ayudar a ralentizar y detener el flujo. Su apariencia es similar a la de un jardín.</p>		
  		<p>Jardines de lluvia</p>	<p>Depresiones ajardinadas excavadas o creadas con taludes laterales en forma de berma. Una tubería de entrada o una lámina de flujo sobre superficies impermeables transporta la escorrentía de las aguas pluviales a la cuenca, donde se almacena temporalmente hasta que se infiltra en el suelo.</p>		

  			<p>Biorretenedores</p>	<p>Pequeñas depresiones en el terreno para el tratamiento de las aguas de lluvia antes de su filtración. Implica la combinación del uso del suelo, la vegetación y los microorganismos.</p>		
  			<p>Parterres verdes</p>	<p>Canales de poca profundidad y gran anchura, con vegetación. Apoyan la filtración del agua al suelo natural o a los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible.</p>		
  			<p>Jardineras de flujo continuo</p>	<p>Se estructuran con grava, tierra y vegetación. Almacenan temporalmente la escorrentía de las aguas pluviales sobre el suelo. El exceso de agua se acumula en una tubería perforada en la parte inferior de la jardinera para ser drenada hasta un punto de desecación o a un sistema de transporte.</p>		

  		<p>Jardineras de infiltración</p>	<p>Estructuras con fondo abierto para que las aguas pluviales se infiltren lentamente en el suelo. Contienen una capa de grava, tierra y vegetación. No se recomiendan para suelos que no drenan bien.</p>		
 		<p>Techos verdes</p>	<p>Cubiertas parciales o totales en las edificaciones a partir de varias capas: vegetación, sustrato, drenaje, barrera de raíces e impermeabilización. Puede ser necesaria una capa de riego.</p>		
 		<p>Muros verdes</p>	<p>Cobertura vegetal en muros. Diseños a partir de especies autotrepadoras, especies trepadoras con sujetadores y especies colgantes en macetas.</p>		

		<p>Hormigón permeable</p>	<p>Diseñado con más espacios de aire que permiten que el agua pase a través del pavimento hacia un depósito base de árido triturado, para luego infiltrarse en el suelo. Suele ser más grueso que el hormigón tradicional para soportar las mismas cargas.</p>		
<p>●</p>	<p>●</p>	<p>Adoquines permeables</p>	<p>Fabricados de hormigón, piedra, etc. Forman patrones entrelazados dentro de un marco rígido, sobre un lecho de arena o un sistema de drenaje. Los huecos entre los adoquines se rellenan con arena o grava. Algunos tienen pequeños huecos para aumentar la permeabilidad. Pueden soportar cargas de tráfico y pesos elevados.</p>		
<p>●</p>	<p>●</p>	<p>Bloque de césped</p>	<p>Celdas de hormigón o plástico entrelazadas, rellenas de tierra y plantadas con césped o una cubierta vegetal de bajo mantenimiento. El agua pasa del bloque a un depósito de árido triturado y luego se infiltra en el subsuelo. Recomendado para zonas de poco tráfico vehicular.</p>		

 	<p>Parklets</p>	<p>Espacios públicos para aumentar el área disponible para los peatones y la vegetación. Pueden incluir bancas, estaciones para bicicletas, basureros, etc.</p>	 <p>Existing street view</p> <p>Upstown view of Force featuring parklet supporters</p> <p>Tables and chairs (to match the ones in Courthouse Park)</p> <p>Repurposed 7'x11' metal canopies by SHoP Architects into hand rail design</p> <p>Plants to create a soft green edge</p> <p>Benches for seating and sharing with neighbors</p> <p>Learn rail and bollards for pedestrian safety along a long Queen Anne Avenue</p> <p>Corner lot bicycle parking</p> <p>Views of the Space Head of</p>	
 	<p>Macetas contenedoras</p>	<p>Brindan vegetación en zonas impermeables. Pueden ser prefabricadas o construidas in situ.</p>	 <p>GROWING MEDIUM</p> <p>FILTER FABRIC</p> <p>WEEP HOLES FOR DRAINAGE</p> <p>IMPERVIOUS SURFACE</p>	

Fuente: (GIZ, 2021; BID, 2021; Córdova, 2017; City of Portland, s.f.; City of Mississippi, 2017; Urban Green-Blue Birds, s.f.; Argos 360, s.f.; Iagua, 2016; Calles, 2015; CIDEU, 2020; SuD Sostenible, 2016; Martínez, 2016; Bernal, 2021; Pinterest, s.f.; Architecture Board, 2018). Elaboración: Propia, 2023.

9. ANÁLISIS DE REFERENTES

Los tres principales referentes para el desarrollo de esta investigación son los siguientes:

9.1. Estrategia de bosque urbano de la ciudad de Melbourne: Haciendo una gran ciudad verde

La ciudad de Melbourne en Australia ha desarrollado una serie de estrategias a partir del tratamiento del bosque urbano, de forma que este contribuya a la creación de una ciudad más resiliente, saludable y diversa para el bienestar de la población: una “ciudad habitable”. Por esta visión que permitirá el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, este caso ha sido considerado como uno de los principales referentes de la investigación.

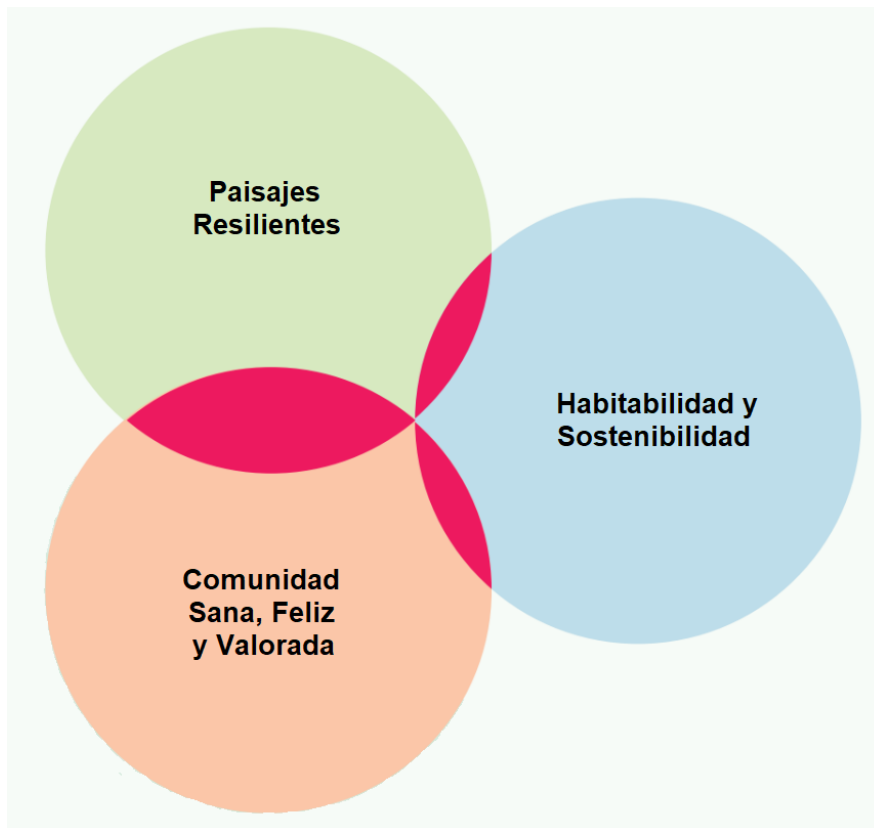


Figura 32: Los tres temas que sustentan el objetivo de esta estrategia.

Elaboración: City of Melbourne, 2012. Fuente: (Urban Forest Strategy: Making a great city greener 2012-2032)

Esta estrategia se desarrolla a partir de tres objetivos íntimamente vinculados:

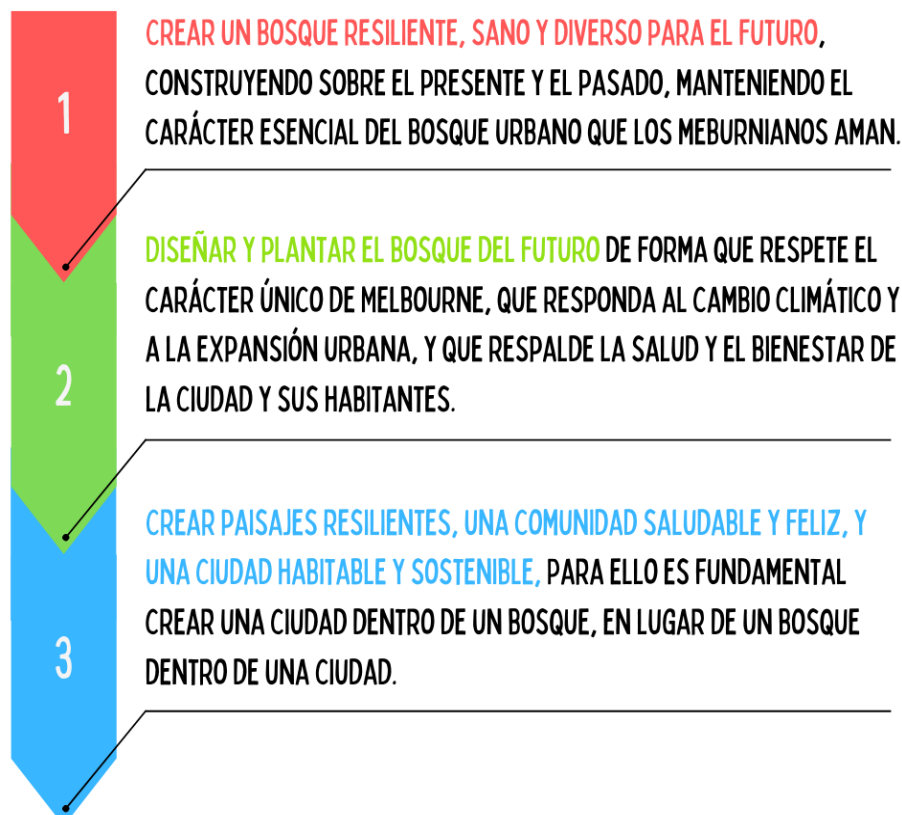


Figura 33: Objetivos de la estrategia de bosque urbano de la ciudad de Melbourne.

Elaboración: Propia, 2023. Fuente: (Urban Forest Strategy: Making a great city greener 2012-2032)

Sin embargo, para que se pueda guiar la transición del paisaje, se identificaron los cinco principales retos que enfrenta el bosque urbano de Melbourne:

1. Envejecimiento de la población arbórea.
2. Disminución de la disponibilidad de agua.
3. Cambio climático.
4. Efecto isla de calor urbana.
5. Aumento e intensificación de lo urbano.

Por lo que, en las siguientes tablas se presentan los principios y las estrategias con sus acciones, que se analizaron para alcanzar los objetivos antes mencionados, teniendo en cuenta los retos que enfrenta el bosque para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos de regulación.

Tabla 24. Principios del plan de Melbourne

Principio	Descripción
Mitigar y adaptarse al cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> - Construir un bosque urbano resiliente al futuro climático extremo. - Garantizar la diversidad de edades y especies de los árboles para maximizar la resistencia a las plagas y enfermedades. - Aumentar la biomasa total para ayudar al almacenamiento de carbono.
Reducir el efecto de isla de calor urbano	<ul style="list-style-type: none"> - Construir un dosel forestal urbano saludable que proporcione sombra y refrigeración para reducir la absorción y emisión de calor por el entorno construido. - Desarrollar espacios públicos para mejorar el confort térmico de las personas y maximizar los beneficios para la salud. - Capturar más aguas pluviales para aumentar la infiltración en el suelo y permitir la máxima evapotranspiración.
Diseñar para la salud y el bienestar	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar espacios sombreados y frescos en verano, y acceso a la luz solar en invierno.
Crear ecosistemas más saludables	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyar los ecosistemas sanos para que proporcionen los máximos beneficios en términos de aire, agua y suelos limpios. - Ampliar y mejorar la diversidad biológica y estructural.
Convertirse en una ciudad sensible al agua	<ul style="list-style-type: none"> - Promover el uso de técnicas innovadoras de diseño urbano sensible al agua, como jardines de lluvia, bioswales de almacenamiento subterráneo y biofiltros. - Reducir el uso de agua potable para riego utilizando fuentes de agua alternativas. - Aliviar los flujos y picos de las aguas pluviales sustituyendo las superficies por materiales porosos para reducir la absorción de calor y fomentar la retención de la humedad del suelo.

Fuente: (City of Melbourne, 2012). Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 25. Objetivos del plan de Melbourne con sus estrategias y acciones

Estrategias	Acciones
Objetivo 1: Alcanzar una cobertura de dosel del 40% en 2040.	
1. Aumentar la cobertura de dosel.	<ul style="list-style-type: none"> 1.1. Seleccionar el tipo de vegetación y las especies más adecuadas para cada lugar. 1.2. Fomentar el aumento de la cubierta de copas y la conservación de espacios abiertos en el ámbito privado.
Objetivo 2: Diversificar la población forestal por especie, género y familia.	
2. Aumentar la diversidad de los bosques urbanos.	<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Realizar plantaciones periódicas para reducir el riesgo de que árboles de edad similar mueran al mismo tiempo. 2.2. Aumentar la diversidad estructural del bosque urbano mediante muros verdes, techos verdes y vías verdes.

	2.3. Aumentar la diversidad de los estratos de vegetación mediante la plantación de arbustos, cubiertas vegetales y hierbas cuando sea apropiado.
Objetivo 3: Alcanzar una población arbórea sana del 90% en 2040.	
3. Mejorar la salud de la vegetación.	<p>3.1. Seleccionar especies robustas y resistentes a los posibles efectos del cambio climático y la urbanización.</p> <p>3.2. Reducir al mínimo los conflictos con las infraestructuras aéreas y subterráneas.</p> <p>3.3. Eliminar el asfalto y el hormigón cuando sea posible y sustituirlos con superficies permeables para fomentar el crecimiento de raíces sanas.</p>
Objetivo 4: Optimizar el nivel de humedad del suelo para el crecimiento sano de la vegetación.	
4. Mejorar la humedad del suelo y la calidad del agua.	<p>4.1. Incorporar medidas de diseño urbano sensibles al agua.</p> <p>4.2. Sustituir el asfalto y el hormigón por superficies porosas como asfalto poroso, césped, parterres y jardines de lluvia para reducir la retención del calor y fomentar la retención de la humedad del suelo.</p> <p>4.3. Buscar fuentes de agua alternativas para todos los parques, jardines, bulevares arbolados, avenidas, carreteras y calles.</p>
Objetivo 5: Proteger y mejorar la ecología urbana y la biodiversidad para contribuir a la prestación de servicios ecosistémicos saludables.	
5. Mejorar la ecología urbana.	5.1. Mejorar la conectividad ecológica mediante corredores forestales urbanos a lo largo de las calles y bioenlaces entre espacios verdes más amplios.

Fuente (City of Melbourne, 2012). Elaboración: Propia, 2023

Aplicando estas estrategias será posible que la ciudad logre la visión de una ciudad habitable.



Figura 34: Imagen objetivo de la estrategia de bosque urbano de Melbourne.

Elaboración: City of Melbourne, 2012. Fuente: (Urban Forest Strategy: Making a great city greener 2012-2032)

9.2. Plan de bosque urbano de San Francisco

Considerando que por su localización en el globo terráqueo, la ciudad de San Francisco posee un clima mediterráneo que permite una gran diversidad de flora y fauna, su plan de bosque urbano es de particular interés para esta investigación.

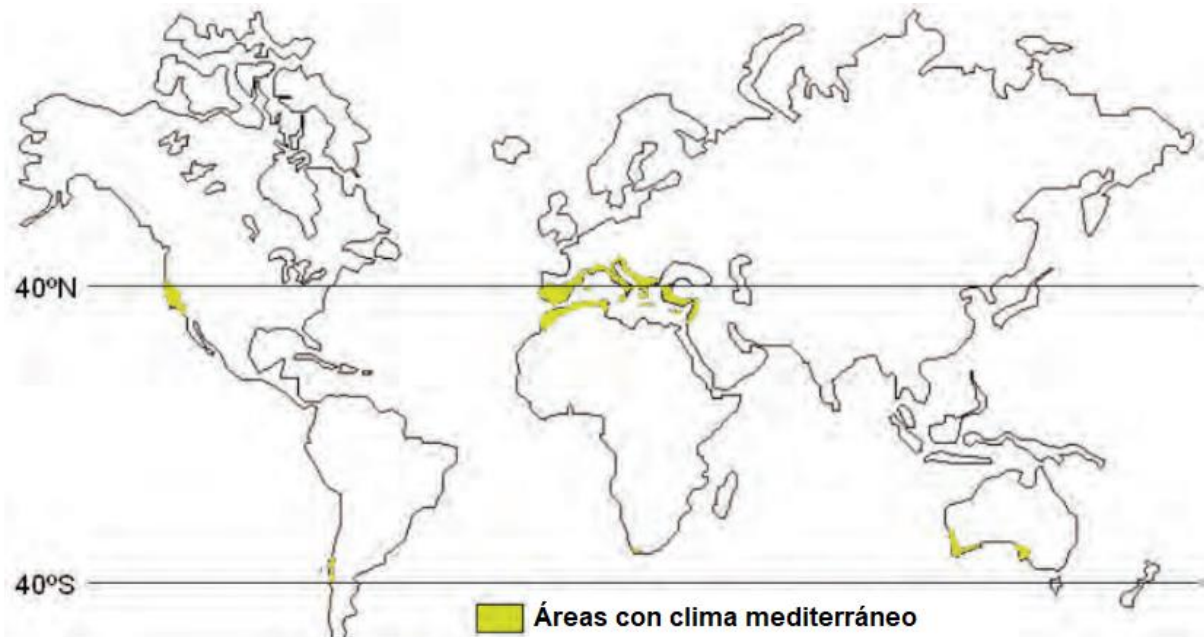


Figura 35: Clima mediterráneo.

Elaboración: City of San Francisco, 2014. Fuente: (The Urban Forest Plan (Phase 1: Street Trees))

Entre las grandes ciudades de Estados Unidos, San Francisco es una de las que cuenta con menor cobertura vegetal, disminuyendo así la posibilidad de gozar de sus beneficios sociales, económicos y ambientales.

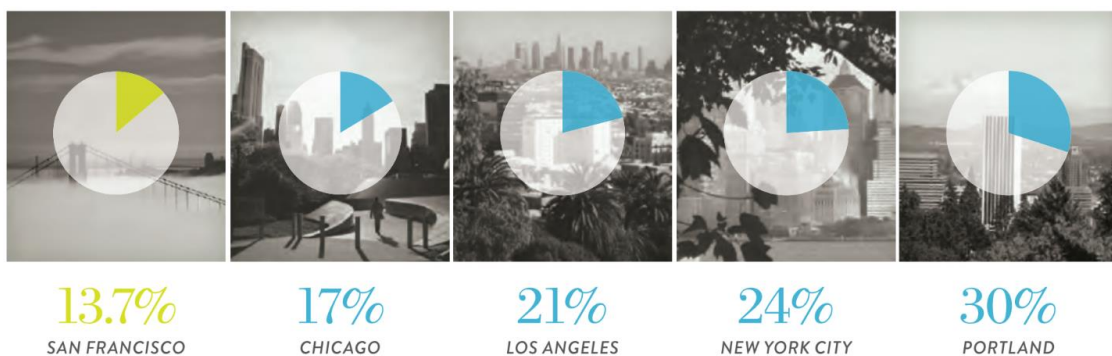


Figura 36: Comparación de la copa de árboles urbanos.

Elaboración: City of San Francisco, 2014. Fuente: (The Urban Forest Plan (Phase 1: Street Trees))

Por lo que se busca dotar a la ciudad de una estrategia ampliada a largo plazo para la creación de un bosque urbano sostenible y de una ciudad verdaderamente verde, para beneficio de las generaciones actuales y las futuras (City of San Francisco, 2014).

Esta estrategia se desarrolla en tres fases:


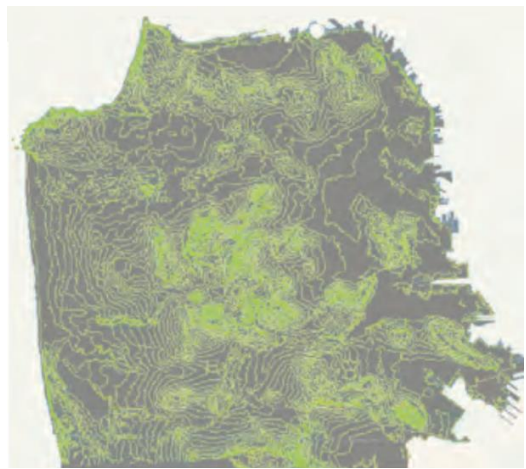
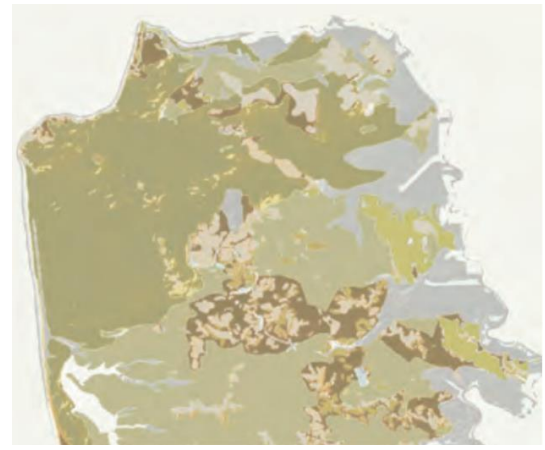
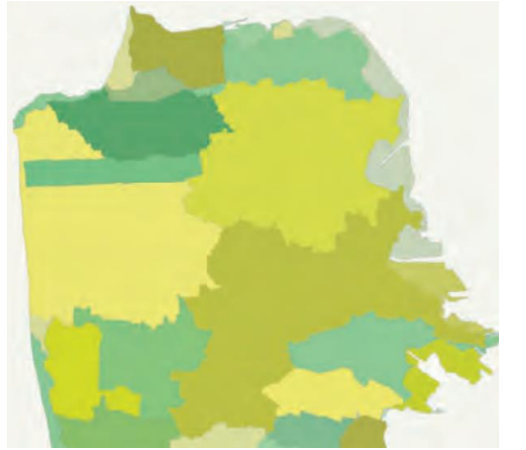

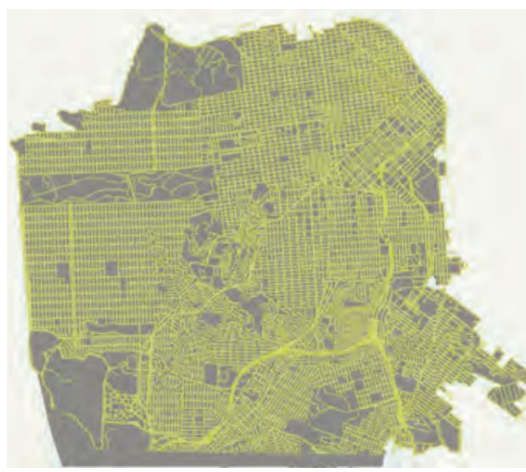
Tabla 26. Fases de planificación del bosque urbano



Fase	Descripción	Instrumento
<p>Fase 1 - Árboles de la calle</p>	<p>Recomendaciones para el enfoque integral del arbolado en las calles, a partir del aporte que genera la vegetación a nivel ambiental y de paisaje.</p>	
<p>Fase 2 - Parques y espacios abiertos</p>	<p>Recomendaciones para la gestión del arbolado en parques en coordinación con el Departamento de Parques y Recreación.</p>	
<p>Fase 3 - Edificios y propiedad privada</p>	<p>Recomendaciones para el tratamiento de árboles en la propiedad privada y el aprovechamiento de las oportunidades en los edificios como tejados y muros verdes, con el apoyo del Departamento de Planificación y el Consejo de Silvicultura Urbana.</p>	

Fuente: (City of San Francisco, 2014). Elaboración: Propia, 2023.

Para la realización de la propuesta se consideraron las siguientes condiciones ambientales y urbanas:

Tabla 27. Condiciones ambientales y urbanas de San Francisco

Condiciones ambientales	
	
Microclima	Topografía
	
Suelos	Cuencas
Condiciones urbanas	
	

Entorno construido	Calles y transporte
	
Población humana y cultura	Flora y fauna urbana

Fuente: (City of San Francisco, 2014). Elaboración: Propia, 2023.

Además, se destacan 5 objetivos que deben funcionar de forma circular, a partir de sus estrategias y acciones. Seguidamente se detallan los relacionados con el mantenimiento de los servicios ecosistémicos de regulación del clima:

Tabla 28. Objetivos del plan de S. Francisco con sus estrategias y acciones

Estrategias	Acciones
Objetivo 1: Aumentar el bosque urbano para maximizar sus beneficios.	
1.1. Ampliar la distribución de los árboles de forma equitativa.	1.1.1. Aumentar en un 50% el número de árboles en las calles, priorizando las especies tolerantes a las sequías. 1.1.2. Priorizar las plantaciones en las áreas peatonales (WalkFirst).
1.2. Maximizar los beneficios del bosque urbano - sociales, ambientales y económicos.	1.2.1. Plantar especies locales en función de sus beneficios específicos. 1.2.2. Utilizar árboles de hoja perenne para mitigar la contaminación del aire a lo largo de las autopistas. 1.2.3. Ayudar a gestionar las aguas pluviales mediante un mayor uso de los árboles grandes y medianos de hojas anchas perennes, con pozos de infiltración. 1.2.4. Crear jardines en las aceras, eliminando superficies impermeables. 1.2.5. Proporcionar sombra y control de temperatura con árboles en las zonas con mayor riesgo de vulnerabilidad al calor. 1.2.6. Plantar árboles con alta absorción de carbono, incluyendo especies de crecimiento rápido y aquellas con una biomasa significativa. 1.2.7. Utilizar el bosque urbano para apoyar la vida silvestre local y para proporcionarles un hábitat, especialmente a especies clave.
Objetivo 2: Gestionar el bosque urbano a través de una planificación a largo plazo.	
2.1. Emplear las mejores prácticas de gestión para el mantenimiento del arbolado urbano.	2.1.1. Probar nuevas tecnologías y técnicas para mejorar la salud de los árboles de la calle y minimizar los conflictos con los servicios públicos como redireccionamiento de las aceras alrededor de los árboles; hormigón permeable; canales de raíces bajo las aceras; sistemas de pavimento suspendido; aceras recubiertas de goma; y "puentes" de aceras sobre las estructuras de las raíces.
2.2. Gestionar los árboles de las calles durante todo su ciclo de vida.	2.2.1. Considerar la creación de un vivero de árboles en la calle.
2.3. Planificar la salud y la belleza del bosque urbano a largo plazo.	2.3.1. Ensanchar las aceras para que haya más espacio para aumentar las copas de los árboles. 2.3.2. Diseñar las calles considerando los árboles existentes, la paleta de especies, la anchura de las aceras, los servicios públicos, los objetivos ecológicos, los volúmenes peatonales, las vistas principales, las características arquitectónicas, los paisajes históricos y la exposición a la luz solar.

Fuente: (City of San Francisco, 2014). Elaboración: Propia, 2023.

9.3. Estrategia de bosque urbano 2017-2027 de la ciudad de Moreland

En la ciudad de Moreland, Australia, se evidencia que con el paso del tiempo la ciudad se vuelve más calurosa, con menos vegetación y espacios abiertos, lo que la hace más vulnerable a los efectos del cambio climático (Moreland City Council, 2017). Este escenario es similar al de Santo Domingo de los Colorados, razón por la cual sus estrategias para el tratamiento de bosques urbanos están siendo utilizadas como referentes.

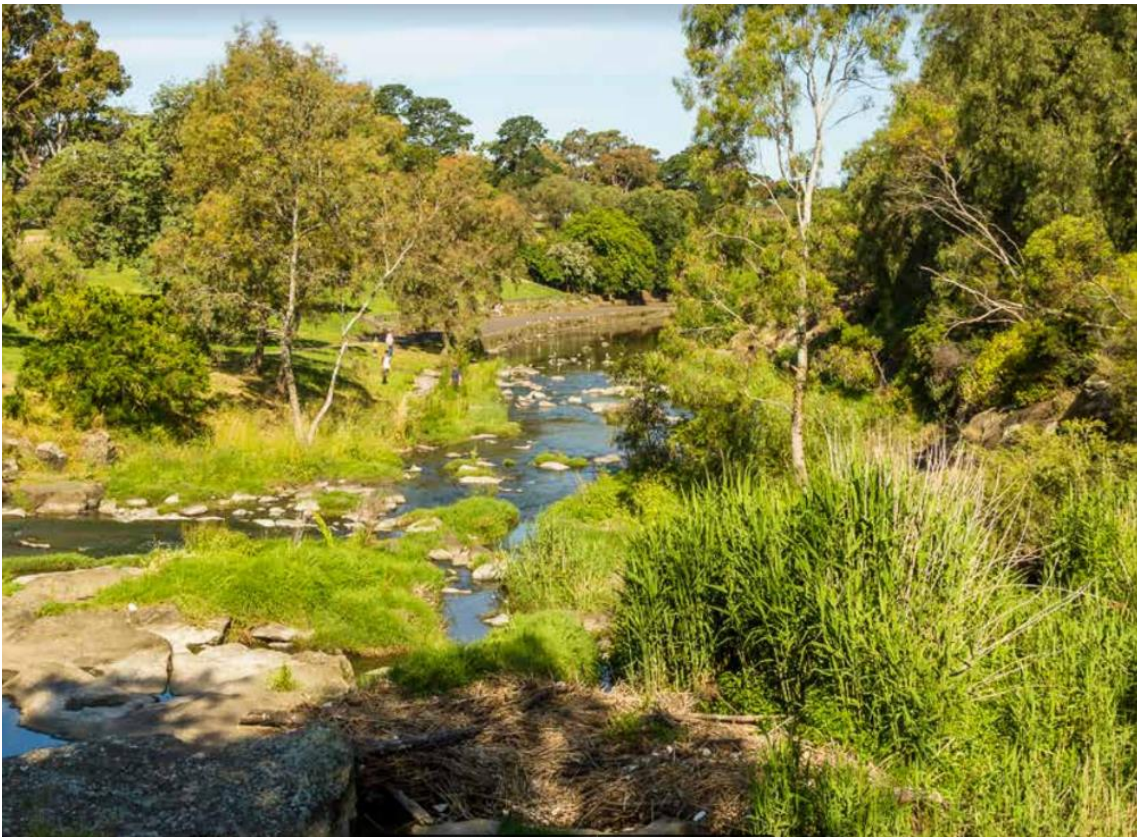


Figura 37: Biodiversidad de Moreland City.

Elaboración: Moreland City Council, 2017. Fuente: (Urban Forest Strategy 2017 - 2027)

El Consejo de la Ciudad de Moreland tiene como visión “promover y fomentar la transformación de Moreland en un municipio en el que los árboles y la vegetación sean parte esencial del entorno urbano” (Moreland City Council, 2017), donde las estrategias parten de los siguientes objetivos:

Tabla 29. Objetivos del plan Moreland con estrategias y acciones

Estrategias	Acciones
Objetivo 1: Proteger y mejorar el bosque urbano en el ámbito público y privado.	
1.1. Priorizar la protección y creación una mayor cobertura de los árboles en donde sea posible.	1.1.1. Duplicar el bosque urbano de Moreland del 5% al 10% para 2030. 1.1.2. Duplicar la vegetación total cubierta de copas en Moreland entre 2016 y 2050 aumentando la cubierta vegetal total hasta el 29% incluyendo un 9% de vegetación privada.
1.2. Priorizar la plantación de árboles en los centros calientes identificados como isla de calor urbana y a lo largo de la red peatonal pública y rutas compartidas clave.	
1.3. Rellenar todos los espacios vacantes con árboles de la copa más grande posible donde sea apropiado para el lugar.	
1.4. Fomentar la plantación en el ámbito privado.	
Objetivo 2: Crear un bosque urbano con diversidad de árboles y otra vegetación que mejore la ecología urbana.	
2.1. Garantizar la plantación anual de árboles en calles y parques, que cumplan con el dosel arbóreo, diversidad de edades y especies saludables.	2.1.1. Mejorar la sombra del dosel a lo largo de los espacios compartidos y peatonales.
2.2. Mejorar los niveles de humedad del suelo y la salud de los árboles.	2.2.1. Integrar la vegetación con oportunidades para capturar aguas pluviales mediante WSUD, riego pasivo e interceptación de las copas de los árboles. 2.2.2. Maximizar la extensión de superficies permeables y de volumen de suelo para toda la vegetación.
Objetivo 3: Mantener la salud del bosque urbano.	
3.1. Mejorar el suministro de servicios ecosistémicos protegiendo y mejorando la biodiversidad y la ecología urbana.	3.1.1. Conservar y proteger el hábitat de los árboles en parques y cursos de agua.

Fuente: (Moreland City Council, 2017). Elaboración: Propia, 2023.

10. DIAGNÓSTICO URBANO

En este apartado se refleja el análisis de los diversos componentes que influyen positiva o negativamente en los bordes y sus alrededores, para la conservación de los servicios ecosistémicos de regulación.

10.1. Análisis Macro

A nivel macro se han analizado la influencia de los componentes existentes hasta 300m del borde del bosque. Sin embargo, se debe considerar que algunos tienen un alcance municipal o provincial.

10.1.1. Generalidades de la ciudad

La ciudad de Santo Domingo de los Colorados con 7.389,6 hectáreas y una altura de 656 msnm, es la cabecera cantonal y se localiza en la parte norcentral de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, donde se concentra la mayor cantidad de población, propiciando un mayor desarrollo urbano (GAD Municipal SD, 2015).

Además, por su posición privilegiada entre la costa y la sierra, se ha desarrollado como una ciudad altamente comercial, donde se localizan diversos equipamientos y servicios de especial interés dentro del cantón y que se ha potencializado por ser uno de los principales nodos del sistema vial nacional, sirviendo especialmente a las provincias limítrofes como Pichincha, Los Ríos, Cotopaxi y Manabí.

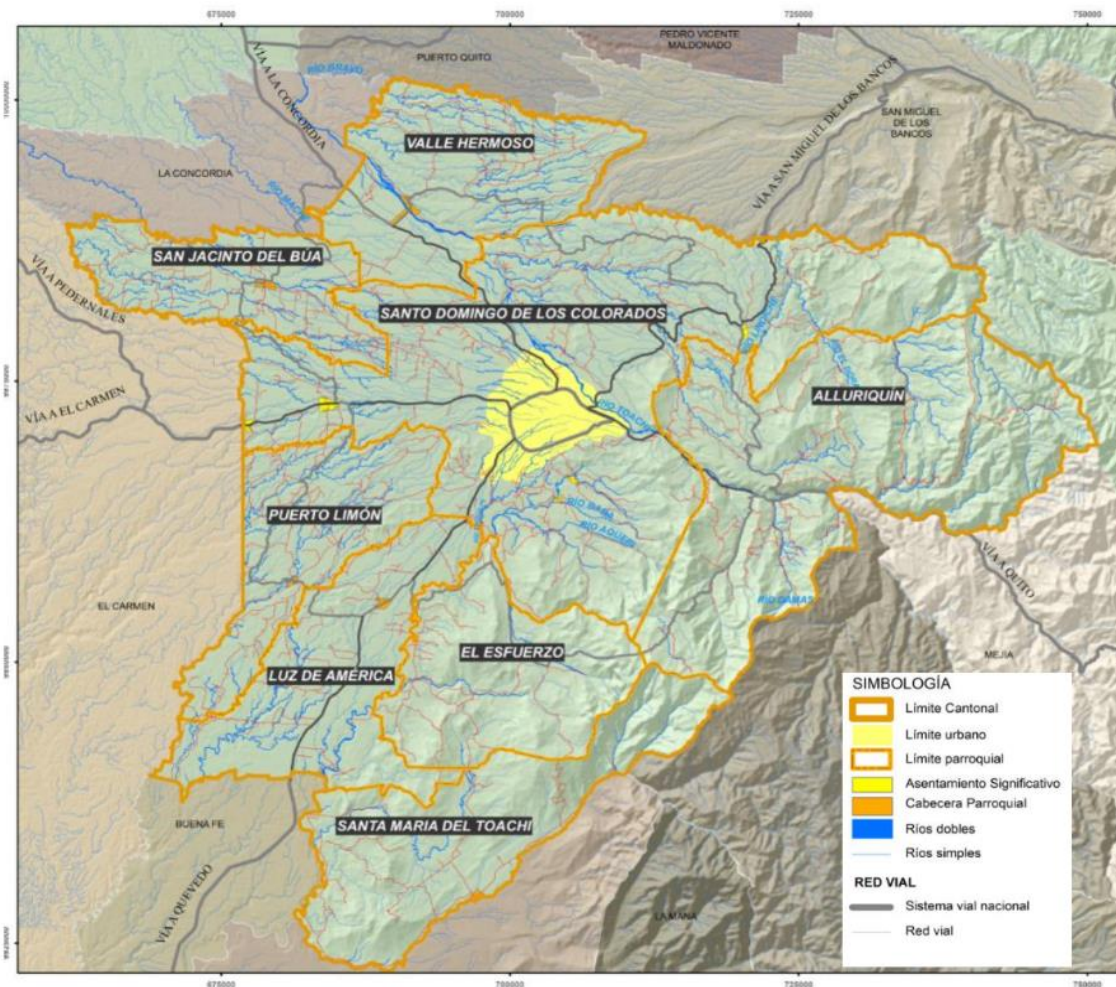
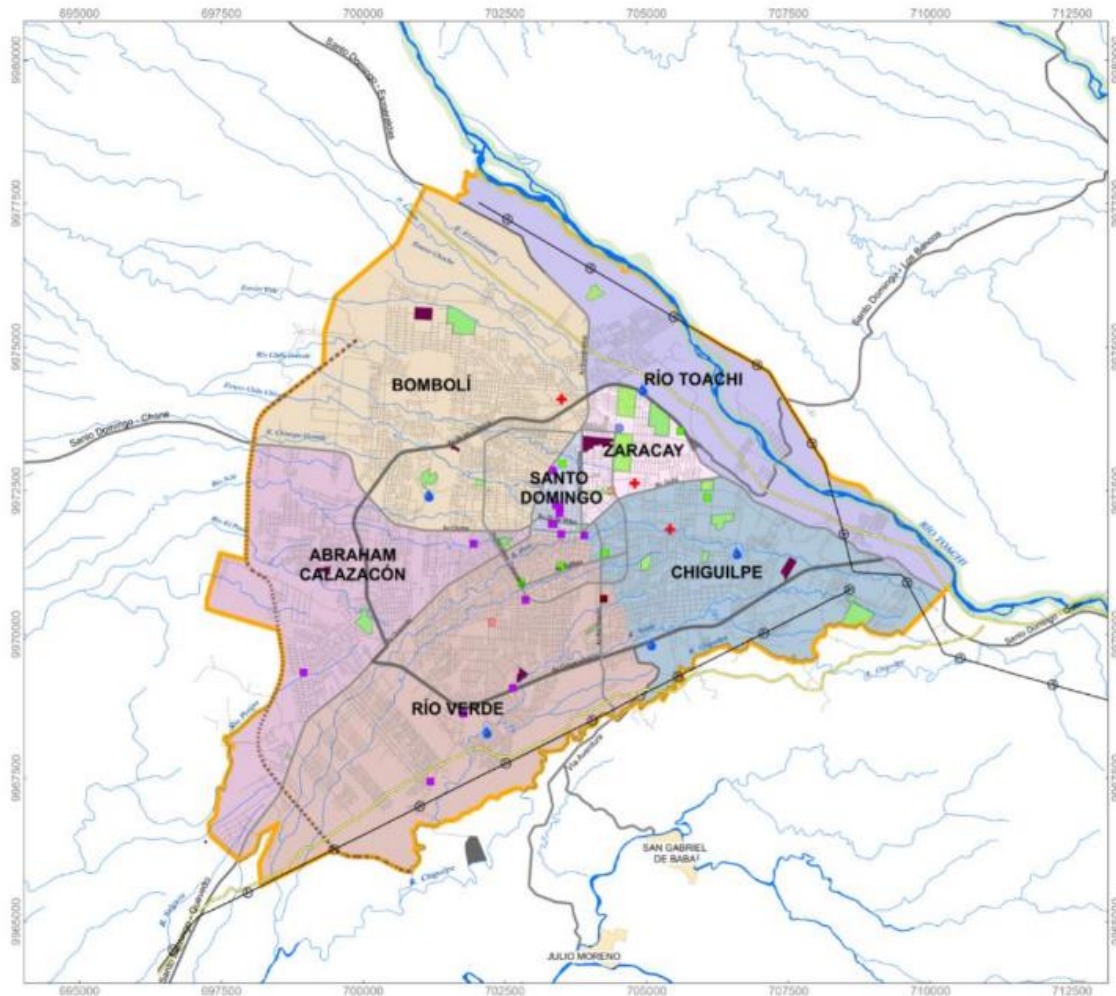


Figura 38: Límite de parroquias rurales del cantón Santo Domingo de los Colorados.

Elaboración: GAD Municipal de Santo Domingo, 2021. Fuente: (Actualización del PDOT y formulación del PUGS cantón Santo Domingo - Proyecto de Ordenanza)

Como se observa en la siguiente imagen la ciudad está dividida en 7 parroquias urbanas, donde se evidencia el predominio de los asentamientos humanos y la existencia de diversos equipamientos que los sirven, siendo de particular interés para esta investigación la parroquia Chiguilpe, donde se localiza el Bosque Protector Público Kasama.



SIMBOLOGÍA:

Limite Urbano	Río Doble	Franja de Protección	Río Simple
EQUIPAMENTOS URBANOS		INFRAESTRUCTURA	
CRS	Bomberos	Polducto	Red Vial
Cementerio	ECU 911	Interceptor	Sistema Nacional de Interconectado
Mercados	Estadio, Canchas Sintéticas		
Parque	Salud		
Bosque Protector	Tanques de Agua		
Terminal Interparroquial			
Asentamientos Significativos			

Figura 39: Parroquias urbanas de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados.

Elaboración: GAD Municipal de Santo Domingo, 2021. Fuente: (Actualización del PDOT y formulación del PUGS cantón Santo Domingo - Proyecto de Ordenanza)

10.1.2. Aspectos físico-naturales

A continuación, se presentan los diferentes elementos a nivel ambiental que dotan de características climáticas particulares al sector en estudio.

10.1.2.1. Temperatura

La ciudad de Santo Domingo de los Colorados presenta rangos de temperatura mínimamente variables de acuerdo a la temporada con una diferencia de 1°C a 2°C; por lo que no se afectan las actividades de la zona. En la calurosa, el rango se encuentra entre los 21°C como mínimo y los 31°C como máximo, mientras que en la fresca varía entre los 22°C como mínimo y los 29°C (Weatherspark, 2022) y teniendo como promedio anual de 24,2°C (Guillén, 2014).

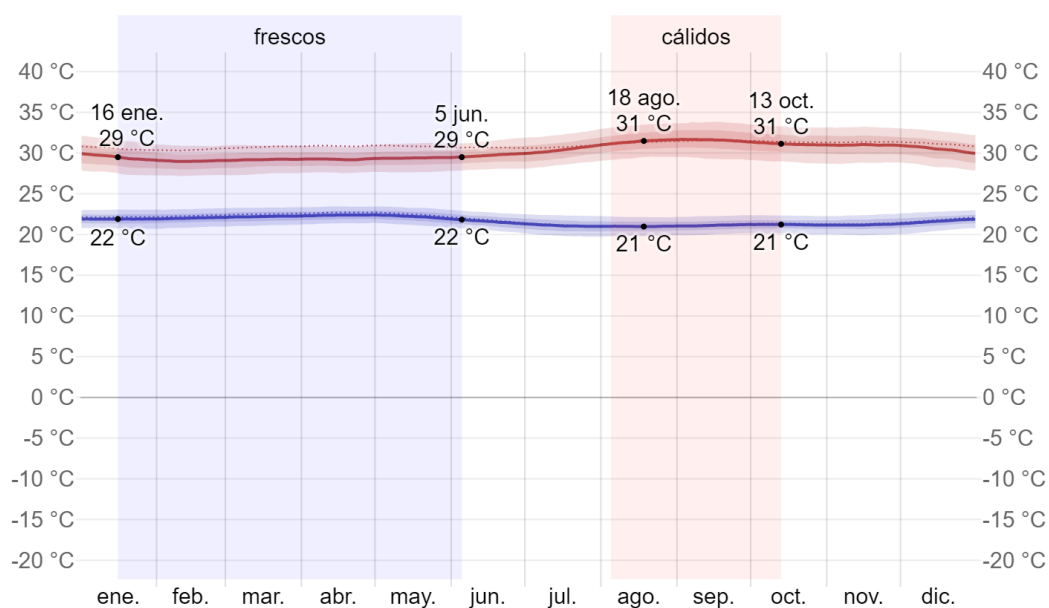


Figura 40: Temperatura máxima y mínima promedio en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

Además, como se puede ver en el siguiente gráfico, durante el transcurso del día hay variaciones de temperatura, siendo la franja más caliente o muy caliente entre las 09h00 y las 22h00, registrando temperaturas entre los 24°C a los 35°C (Weatherspark, 2022).

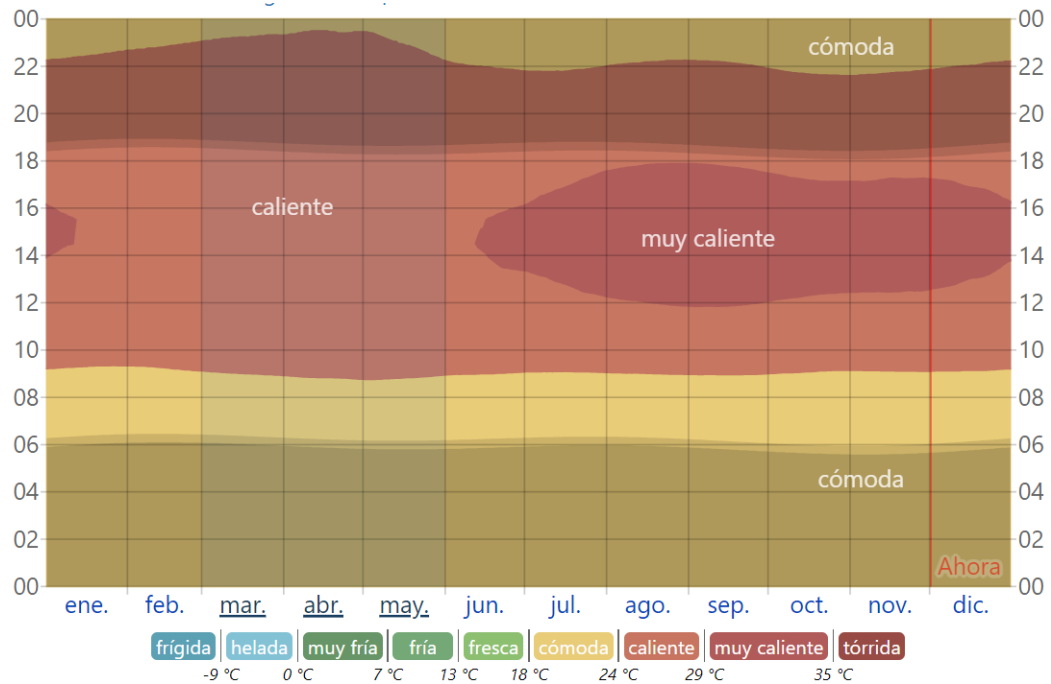


Figura 41: Temperatura promedio por hora en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

Esto implica que las personas tengan que resguardarse para que su cuerpo se mantenga a una temperatura confortable; ya sea, dentro de las edificaciones, elementos de protección solar o la propia vegetación, que en la mayoría de los casos resultan ser insuficientes.

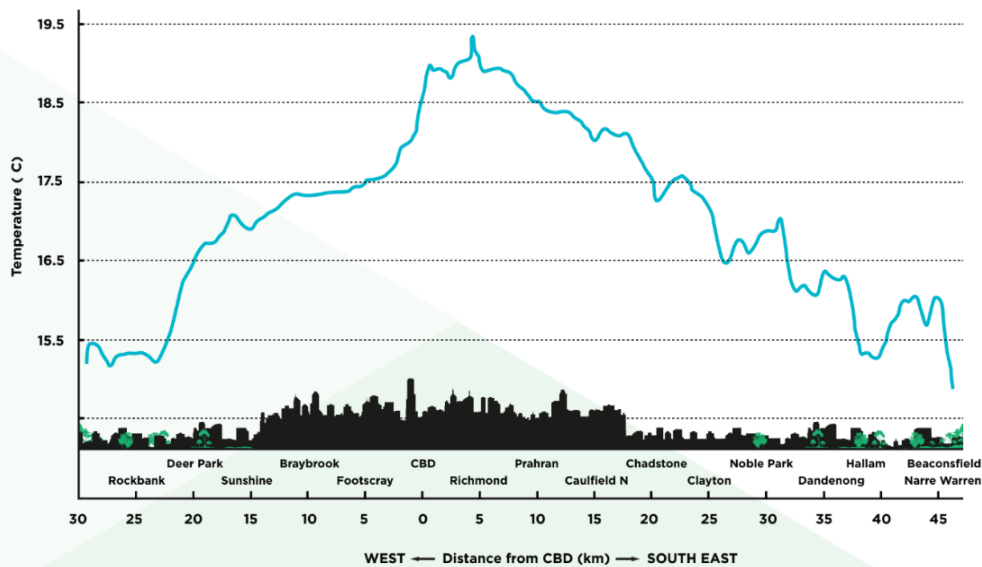


Figura 42: Efecto isla de calor en Melbourne.

Elaboración: City of Melbourne, 2012. Fuente: (Urban Forest Strategy: Making a great city greener 2012-2032)

Además, la mayoría de vegetación de las calles se encuentra sobre las vías principales y no suelen apoyar en la proyección de sombra a favor de los peatones debido a dos factores: las especies de mayor porte se localizan en el boulevard central de las calles, de acceso limitado a los peatones por su seguridad; y las especies seleccionadas son palmeras de gran altura y de pequeña copa; por lo que, funcionan básicamente como elementos decorativos.



*Figura 43: Arborización sobre Vía a Chone en Santo Domingo de los Colorados.
Elaboración: Propia, 2022.*

Estas temperaturas combinadas con un alto grado de humedad, generan la mayoría del año una sensación de bochorno para las personas; mientras que resultan beneficiosas para el desarrollo de la cobertura vegetal.

10.1.2.2. Nubosidad

Debido al movimiento de las masas de aire húmedo del Océano Pacífico en su trayecto de este hacia oeste, la ciudad de Santo Domingo que se localiza entre la costa y la sierra, presenta cielo cubierto durante la mayoría del año.



Figura 44: Nubosidad en Santo Domingo de los Colorados. Octubre 2022.

Elaboración: Propia, 2022.

Esta acumulación de nubes influye en el comportamiento de las estaciones seca y lluviosa, así como la presencia temporal de la corriente de Humboldt (fría) procedente de la zona ecuatorial sur y la corriente del Niño (cálida) que llega desde el golfo de Panamá (GAD Municipal SD, 2015).

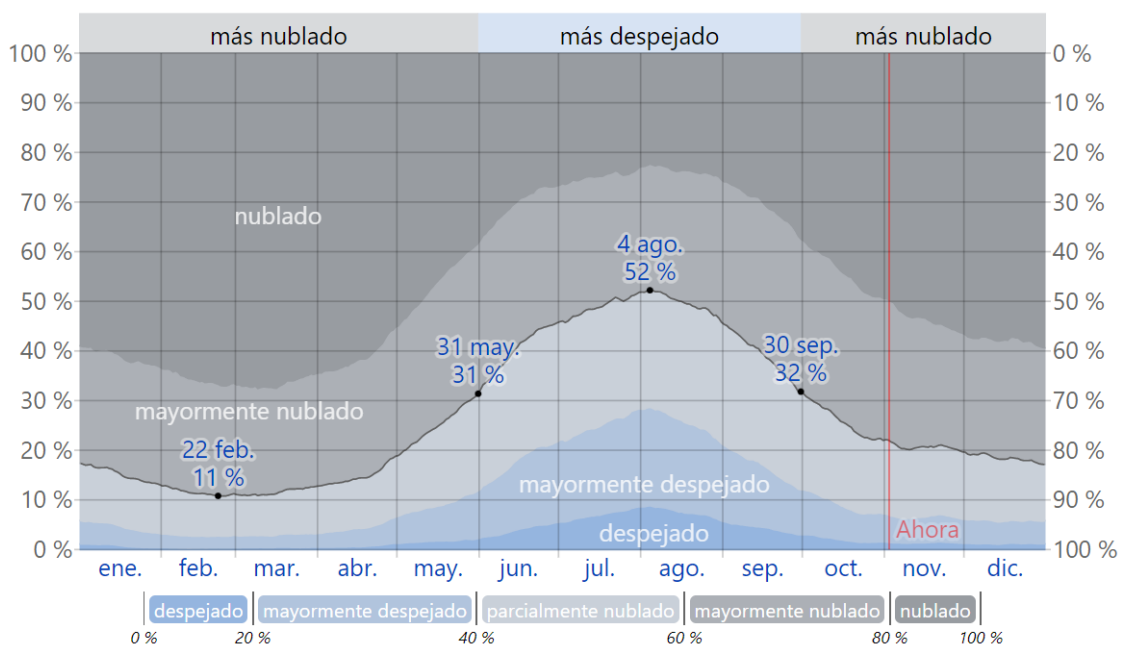


Figura 45: Categorías de nubosidad en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

Se estima que en promedio el cielo permanece despejado o parcialmente nublado el 50% del tiempo durante 4 meses y un 88% durante los 8 meses restantes (Weatherspark, 2022); aumentando la sensación de vivir en una ciudad gris, pues a las edificaciones deterioradas por la humedad que predominan en el paisaje se agrega el cielo gris.

10.1.2.3. Precipitación

En Santo Domingo de los Colorados llueve durante todo el año, siendo febrero el mes con mayor cantidad de lluvia con un promedio de 237mm y de 22,0 días con por lo menos 1mm de precipitación. Mientras agosto registra un promedio de 16mm y de 3,4 días con por lo menos 1mm de precipitación, siendo el mes con menor cantidad de lluvia (Weatherspark, 2022).

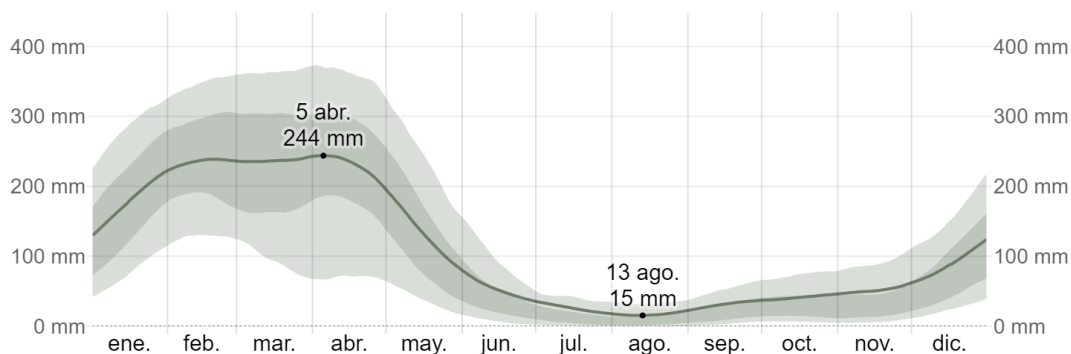


Figura 46: Promedio mensual de lluvia en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

Como se puede observar en el siguiente gráfico, durante julio y agosto que son los meses más secos del año, hay un 10% de probabilidad de precipitaciones como mínimo durante esos días. Se observa que muchas personas llevan consigo la mayoría del año vestimenta u otros accesorios necesarios para estas condiciones.

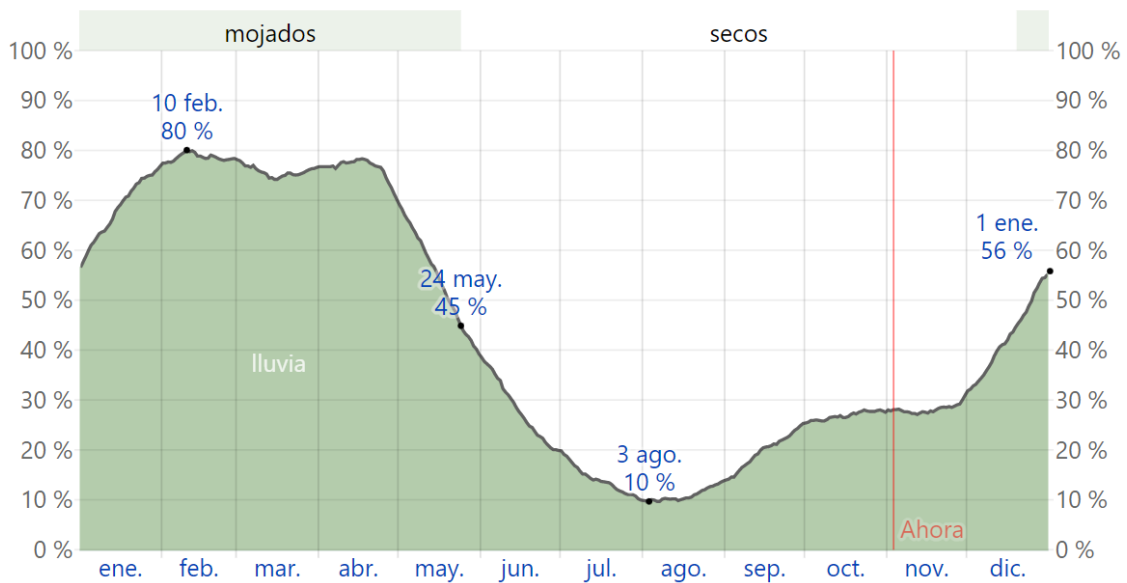


Figura 47: Probabilidad diaria de precipitación en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

Estas lluvias dan soporte a la red de aguas subterráneas y apoyan el crecimiento y mantenimiento de la vegetación de la ciudad, siendo un sitio de diversidad biológica por excelencia. Sin embargo, la impermeabilización del suelo, el deficiente diseño del drenaje pluvial, el soterramiento y contaminación de las quebradas, la localización de viviendas en zonas de riesgo, entre otros factores influyen para el agua no pueda filtrarse adecuadamente al suelo, generando problemas a la población.



Figura 48: Lluvia en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Radio Macarena, 2018. Fuente: (<https://radiomacarena.com/lluvias-santo-domingo/>)

10.1.2.4. Soleamiento

En la ciudad de Santo Domingo se observa que el ángulo del sol sobre el horizonte se presenta a 80° como máximo, alrededor del mediodía solar, por encontrarse la ciudad localizada cerca de la línea ecuatorial terrestre, influyendo en la proyección de sombra de los árboles; ya que, al encontrarse cercano al plano vertical el área que alcanza el haz de radiación solar es menor y por consiguiente, su proyección de sombra.

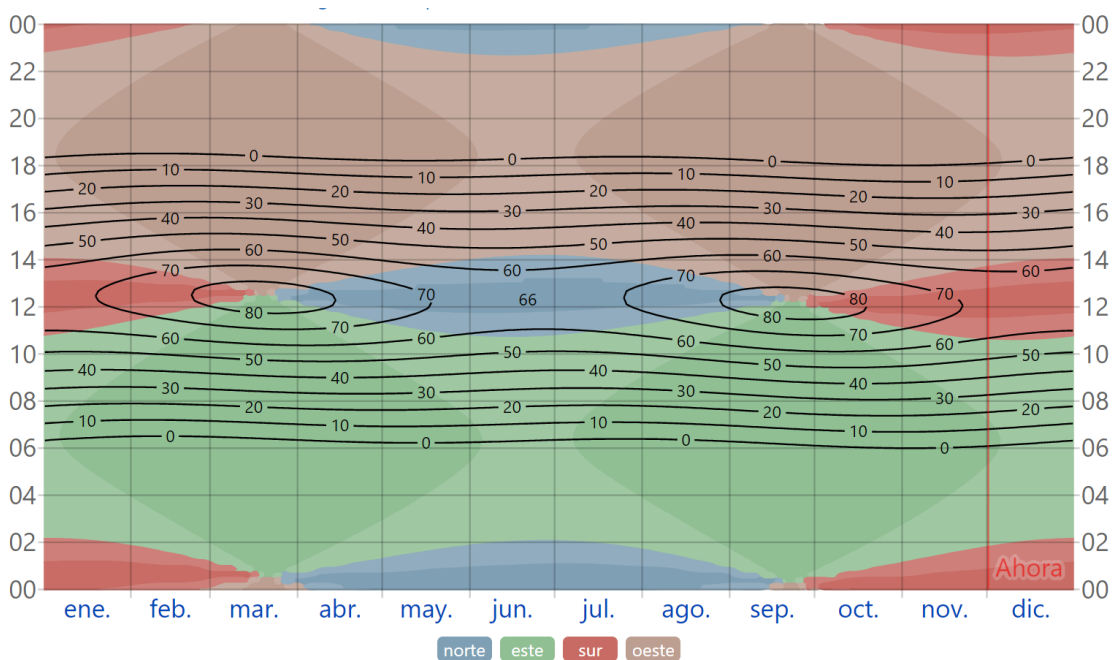


Figura 49: Elevación solar y acimut en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

La duración del día se mantiene regular durante todo el año, con un promedio de 12 horas y 7 minutos en los que el sol está visible. Por lo que, podemos considerar que aproximadamente, durante un día se obtienen 50,49% de horas de luz natural total y 49,51% de horas de noche total.



Figura 50: Horas de luz natural y crepúsculo en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

Siendo la salida del sol entre las 05h56 y las 06h27, mientras la puesta del sol se efectúa entre las 18h03 y las 18h34 (Weatherspark, 2022), manteniéndose el promedio de horas útiles de sol, facilitando el desarrollo de las actividades de la ciudad e influyendo en el comportamiento de las especies de flora y fauna local.

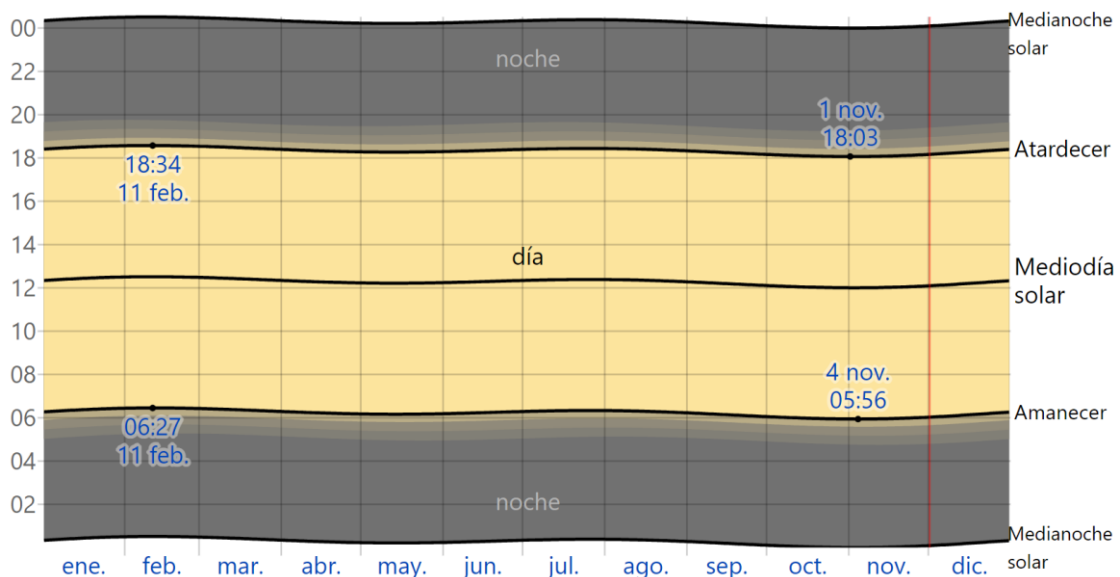


Figura 51: Salida del sol y puesta del sol en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

Sin embargo, se debe considerar que debido a la alta nubosidad, en Santo Domingo de los Colorados se perciben entre 700 y 800 horas anuales con brillo solar (GAD Municipal SD, 2015), que se relaciona con la humedad existente, que se explica en el siguiente apartado.

10.1.2.5. Humedad

Como se puede observar a continuación, los niveles de comodidad de la humedad a partir del punto de rocío, varían extremadamente durante todo el año, predominando las sensaciones de bochornoso y húmedo (Weatherspark, 2022), exacerbando los efectos de la isla de calor urbana.

De hecho, el período más húmedo del año tiene una duración de 6,6 meses, durante el cual el nivel bochornoso permanece entre el 24% y el 87% del tiempo, incluso llegando a niveles opresivos en algunos meses (Weatherspark, 2022).

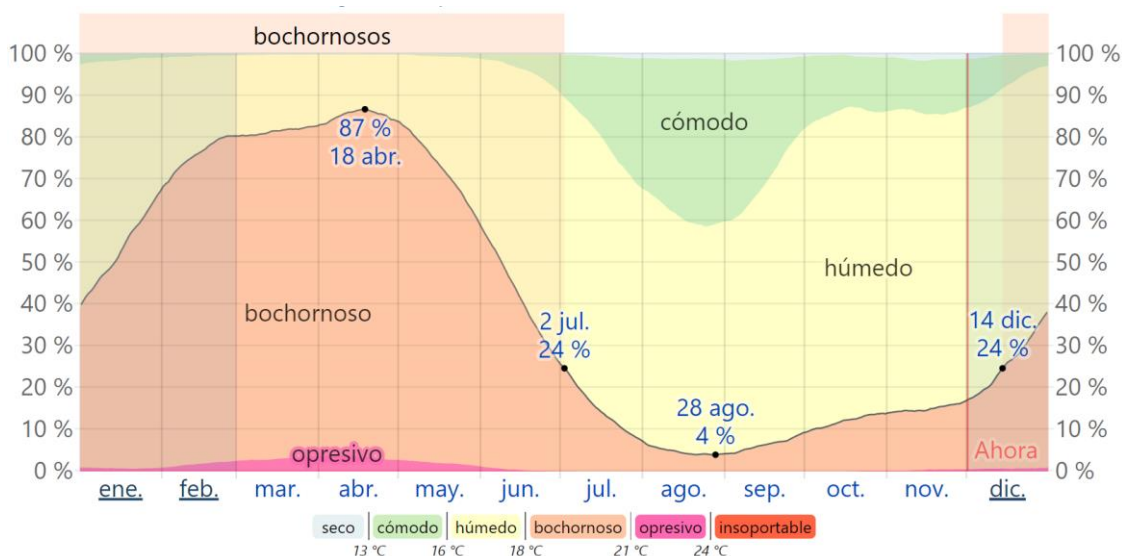


Figura 52: Niveles de comodidad de la humedad en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

Estas sensaciones son ocasionadas por la evaporación del océano, que al ser empujada por la brisa marina hacia la zona continental, mantiene el ambiente húmedo la mayoría del tiempo, alcanzando un promedio anual de humedad relativa del 88% para la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, observándose especialmente en los amaneceres de la época seca presencia de bruma y neblina (GAD Municipal SD, 2015).



Figura 53: Crecimiento de vegetación y hongos en edificaciones.

Elaboración: Propia, 2022.

Estos altos niveles de humedad permiten condiciones adecuadas para el desarrollo de hongos y otras enfermedades que afectan a humanos, animales, y plantas. Además, del deterioro en los materiales de las edificaciones y las infraestructuras de la ciudad.

Como se puede apreciar en la siguiente comparación de diversas variables la temporada de mayor cantidad de precipitaciones suele ser la más bochornosa y nublada; mientras que en la más seca permanece más despejada y se registran las temperaturas más altas (Weatherspark, 2022). Por ello, el clima es considerado como tropical húmedo (GAD SD, 2015).

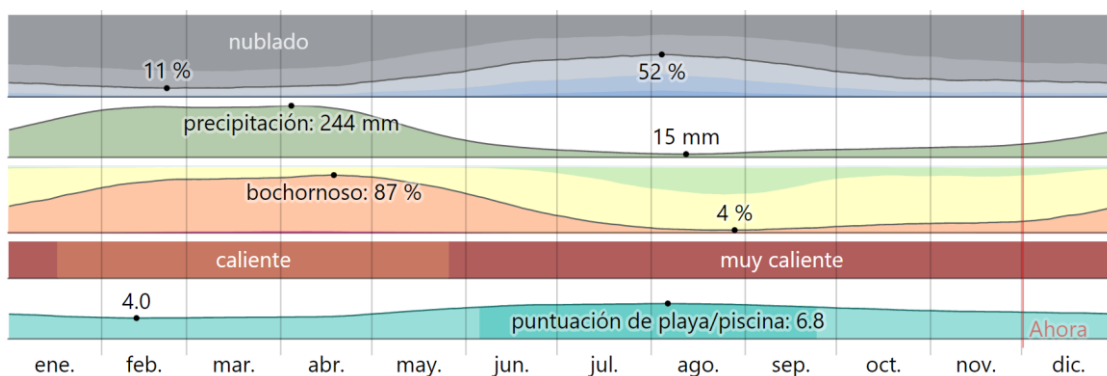


Figura 54: Clima en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

10.1.2.6. Vientos

La velocidad del viento varía levemente durante el transcurso del año en la ciudad de Santo Domingo, con una velocidad promedio de 9,4 kilómetros por hora (km/h). Siendo noviembre el mes más ventoso con una velocidad de 10,1 km/h; mientras que marzo y septiembre se posicionan como los menos ventosos con 8,6 km/h (Weatherspark, 2022).

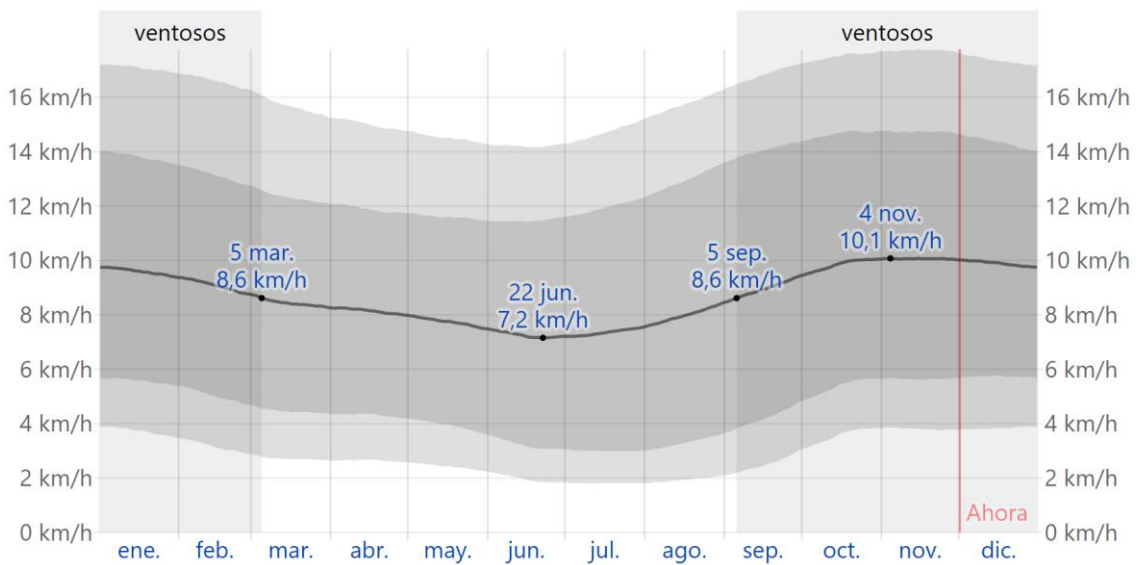


Figura 55: Velocidad promedio del viento en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

Dentro de la escala de Beaufort, esta velocidad corresponde a una brisa muy débil; por lo que no representa un peligro para la vida y permite el crecimiento de las plantas, especialmente de especies de tronco delgado. Sin embargo, disminuyen las probabilidades de mejorar el confort térmico, que se ve afectado por las temperaturas cálidas y los altos niveles de humedad y nubosidad.



Figura 56: Presencia de neblina en Santo Domingo de los Colorados.

Elaboración: El Diario, 2017. Fuente: (<https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/436886-vientos-frios-neblina-y-poco-sol/>)

Además, en el siguiente gráfico se observa que durante la mayor parte del año, la dirección predominante del viento es la oeste, con un rango entre el 75% y el 85% del tiempo.

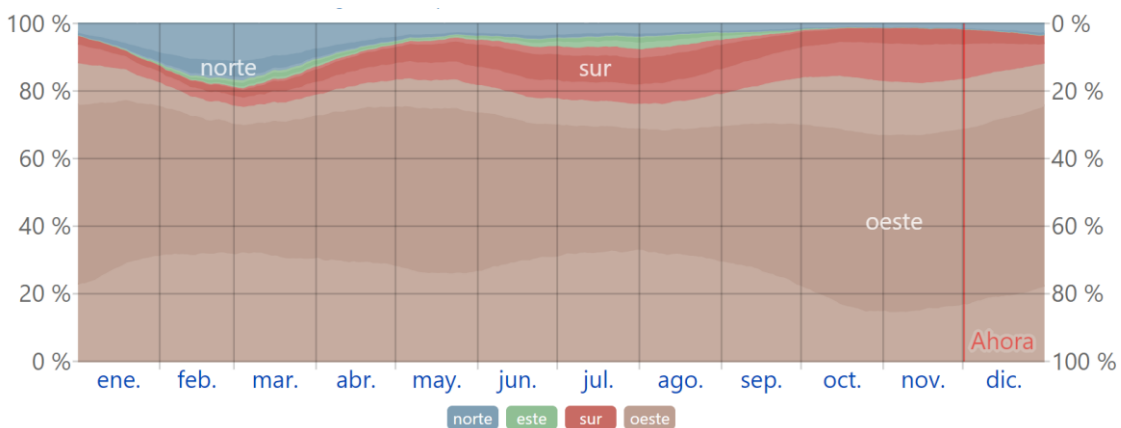


Figura 57: Dirección del viento en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

10.1.2.7. Energía solar

A continuación, se presenta un gráfico donde se indica que la variabilidad de la radiación de onda corta para Santo Domingo de los Colorados es leve durante todo el año. Esta medición está conformada por la luz visible y la radiación ultravioleta (Weatherspark, 2022).

En agosto es el mes más resplandeciente, con una incidencia máxima de 6,2 kWh por metro cuadrado. Mientras febrero es el mes más oscuro con 4,9 kWh por metro cuadrado (Weatherspark, 2022).

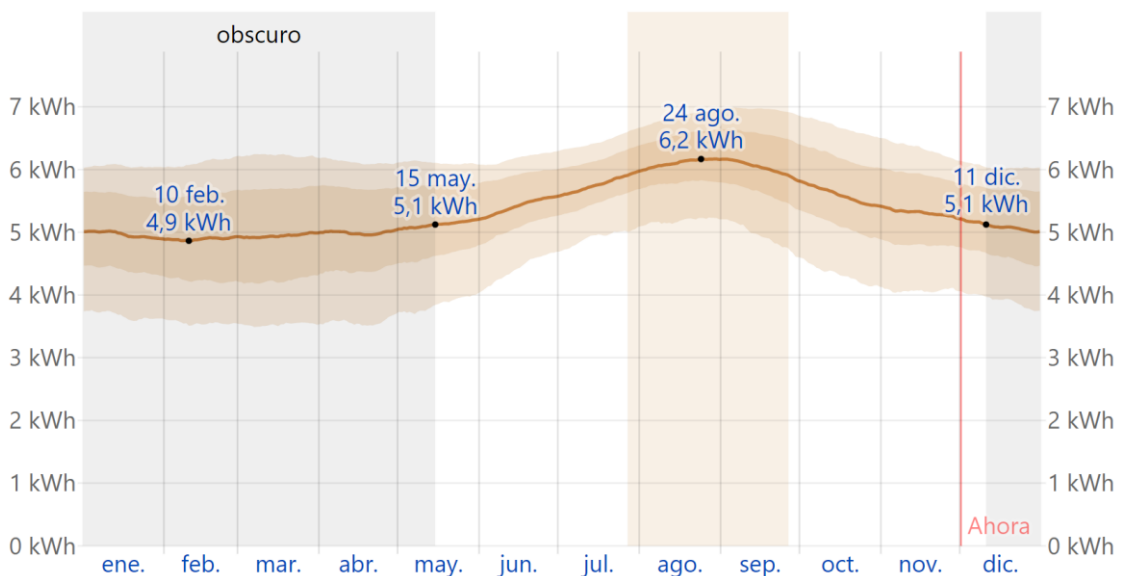


Figura 58: Energía solar de onda corta incidente diaria promedio en Santo Domingo de los Colorados. Año 2022.

Elaboración: Weatherspark, 2022. Fuente: (<https://es.weatherspark.com/>)

Estos niveles de radiación apoyan al crecimiento de las plantas por medio de la fotosíntesis. Mientras que pueden ser perjudiciales para el ser humano pues al combinarse con la humedad, el cuerpo no logra liberar toda la energía acumulada, ocasionado disconfort térmico.

10.1.2.8. Topografía

El cantón de Santo Domingo de los Colorados presenta altitudes desde los 120 msnm en la zona oeste, donde predominan las mesetas y colinas bajas con pendientes del 12 al 40%; hasta los 3020 msnm en la zona este, con relieve irregular por las estribaciones y el piedemonte exterior de la Cordillera de los Andes, que en algunos casos presentan pendientes mayores al 70%, de acuerdo a lo descrito el PDOT SD 2030.

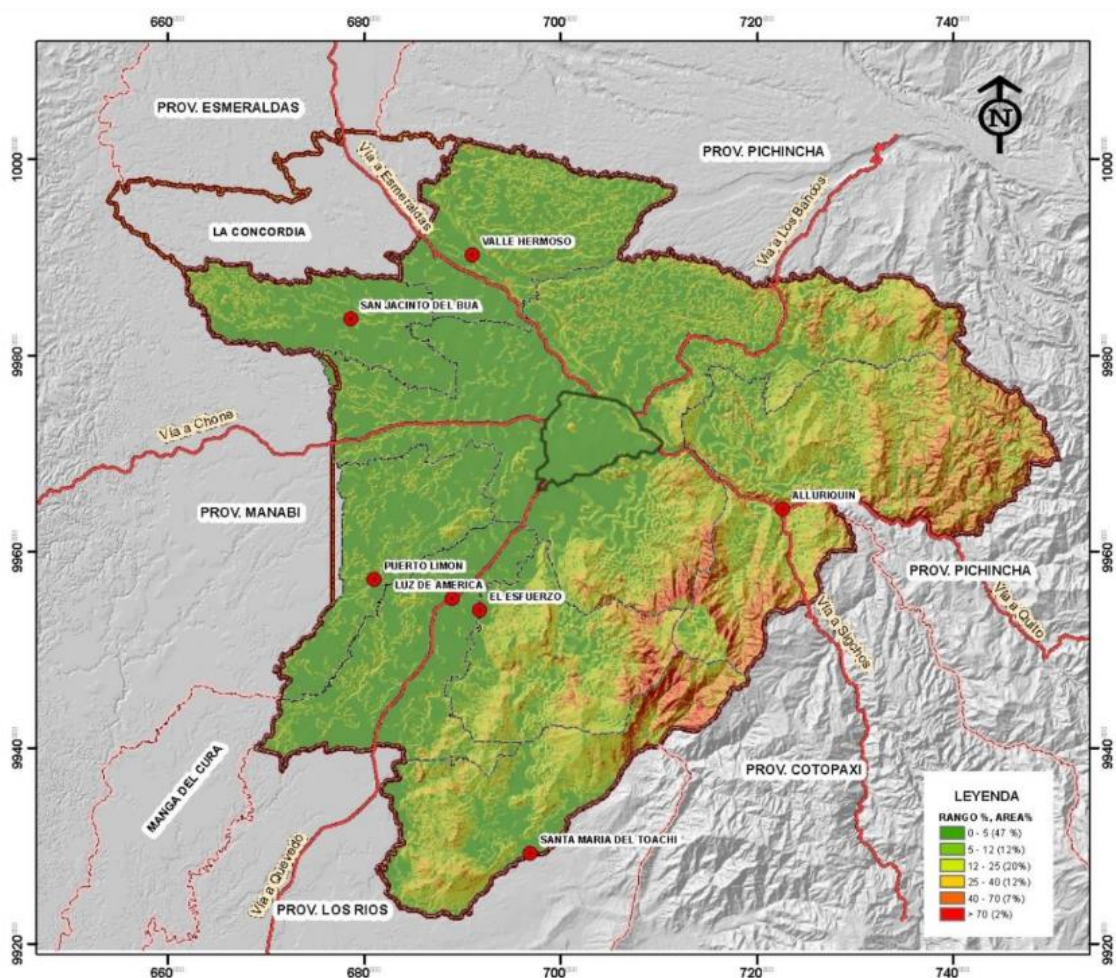


Figura 59: Pendientes del cantón Santo Domingo de los Colorados.

Elaboración: GAD Municipal de Santo Domingo, 2015. Fuente: (PDOT 2030 - El futuro de Chilachi To)

El predominio de estas pendientes poco pronunciadas ha facilitado el desarrollo de la mancha urbana en los distintos centros urbanos; mientras que en la zona suburbana y rural se han extendido amplias áreas ganaderas y de cultivo de

plátano, palma aceitera, etc. muchas veces a costa de la deforestación de los bosques.

10.1.2.9. Edafología

En las zonas de mesetas y colinas bajas, predominan los suelos de color pardo, con textura de franca a limosa, con profundidades desde los 80 a los 150cm y con una saturación de bases menor al 50% (GAD Municipal SD, 2015).

Mientras que las zonas de relieve irregular presentan suelos francos, con mayor cantidad de ácidos fúlvicos en comparación con los húmicos, profundos, con una saturación de bases menor al 50%. Además, hay presencia de material pedregoso y heliofanía deficiente debido a la alta humedad y la neblina que se mantiene durante la mayor parte del año (GAD Municipal SD, 2015).



Figura 60: Suelos francos.

Elaboración: Encolombia, s.f. Fuente: (<https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/suelos-francos/>)

La composición de estos suelos es óptima para el desarrollo de la vegetación, ya sea para agricultura, forestal, jardinería, etc. siendo muy ventajosos por su alta retención del agua (Pineda, s.f.).

10.1.2.10. Hidrología

En el límite este del cantón se observa la presencia de diversas elevaciones topográficas con una presencia importante de vegetación en las que se genera una mayor cantidad de precipitaciones que originan la cuenca del río Esmeraldas y la cuenca del río Guayas, que pertenecen a la vertiente del Océano Pacífico (GAD Municipal SD, 2015).

De estas cuencas, se desprenden tres subcuencas dentro del cantón, que a su vez se dividen en 87 microcuencas, por las que se desarrollan 257 ríos (GAD Municipal SD, 2015). Estas condiciones ayudan al desarrollo y mantenimiento de la vida en todos sus niveles y apoyan la regulación del clima por su papel en el ciclo del agua.



Ilustración 61. El río Toachi, una las principales vertientes cercanas al Bosque Kasama.

Elaboración: El Diario, 2018. Fuente: (<https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/464257-el-rio-toachi-mete-miedo/>)

Además, por la permeabilidad del suelo del cantón, se han encontrado diversas corrientes de aguas subterráneas, con un nivel piezométrico de 3 a 50 m y con un caudal de hasta 10 m³/seg, lo que representa un gran potencial de aprovechamiento si de contar con una calidad físico-química y bacteriológica óptima (GAD Municipal SD, 2015).



Figura 62: Contaminación en el río Chigüilpe.

Elaboración: El Universo, 2016. Fuente: [\(https://www.eluniverso.com/noticias/2016/09/15/nota/5802277/autoridades-inician-indagacion-contaminacion-rios-comunas-tsachilas/\)](https://www.eluniverso.com/noticias/2016/09/15/nota/5802277/autoridades-inician-indagacion-contaminacion-rios-comunas-tsachilas/)

Como se aprecia en la imagen anterior, a pesar de la existencia de diversos ríos, algunos se encuentran contaminados, soterrados o son utilizados como botaderos de basura, perdiendo los beneficios que brindaban a la población.

10.1.2.11. Regiones naturales

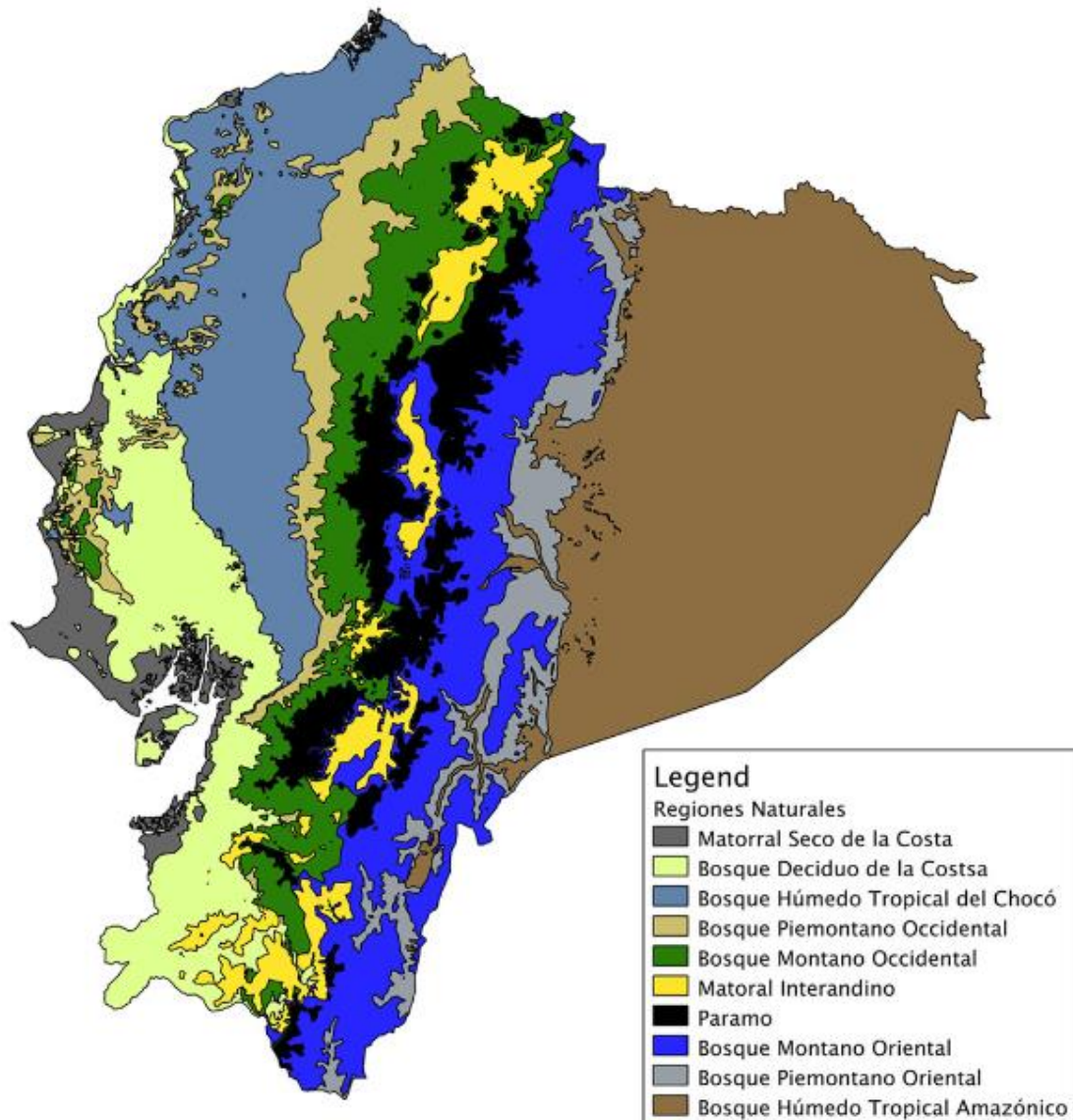


Figura 63: Regiones naturales del Ecuador.

Elaboración: BioWeb Ecuador, 2020. Fuente: (<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales>)

Dentro de las regiones naturales, el área de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas forma parte del Bosque Húmedo Tropical del Chocó y del Bosque Piemontano Occidental, dos de las regiones naturales que cuenta con menor vegetación natural; ya que ha sido eliminada por causas antrópicas. Ver figura 64.

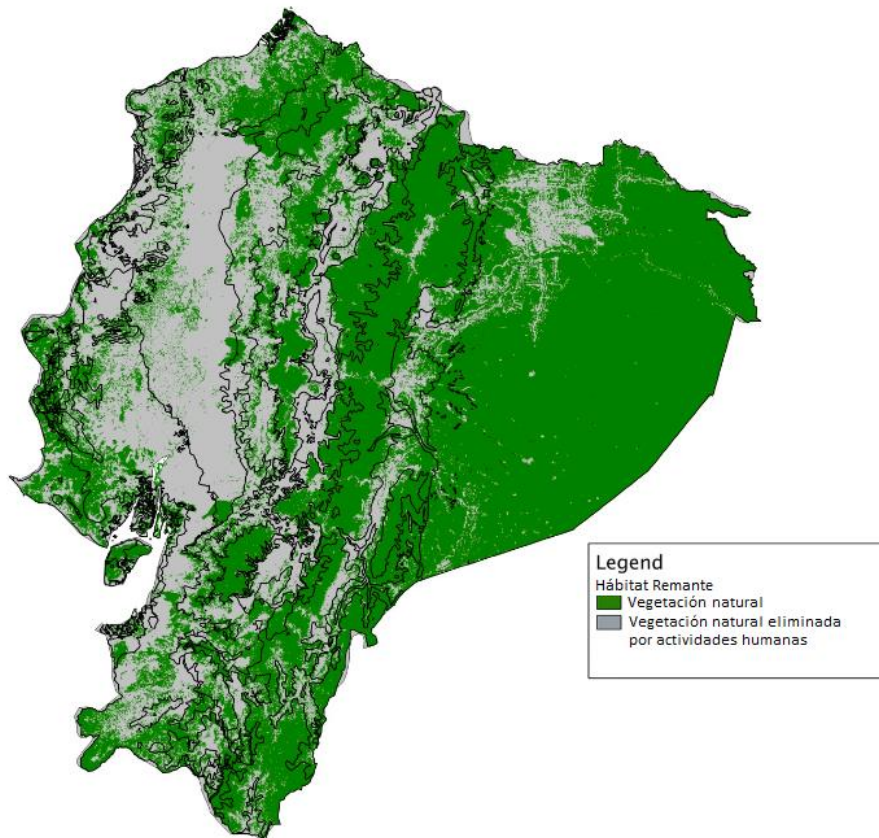


Figura 64: Hábitat remanente del Ecuador.

Elaboración: BioWeb Ecuador, 2020. Fuente: (<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales>)

Algunas características de estos dos tipos de bosques son:

Tabla 30. Características de los bosques de la Provincia de Santo Domingo

Bosque Húmedo Tropical del Chocó	Bosque Piemontano Occidental
Condiciones cálidas y húmedas.	Su clima es húmedo y moderadamente cálido.
Bosques de dosel cerrado con árboles de hasta 30 m de altura y un sotobosque dominado por helechos y plantas de la familia Araceae.	Las palmas y árboles de las familias Mimosaceae, Fabaceae y Burseraceae son dominantes. El dosel del bosque alcanza 30 m o más y los árboles están cubiertos por musgos, orquídeas, bromelias y helechos.
Diversidad de árboles alta, con más de 100 especies por hectárea.	El endemismo de las plantas es alto, especialmente entre 0 y 3 grados de latitud sur.
74,1% de sus bosques han sido deforestados por actividades humanas.	El 52,1% de sus bosques han sido deforestados por actividades humanas.

Fuente: (BioWeb Ecuador, 2020). Elaboración: Propia, 2023.

Como se puede apreciar en la tabla, estos bosques presentan altos niveles de biodiversidad; por lo que, es necesario protegerlos para conservar los servicios ecosistémicos disponibles.

En Santo Domingo de los Colorados, como en el resto de la región, la deforestación es el principal problema para su mantenimiento en el transcurso del tiempo.



Figura 65: Bosque Húmedo Tropical del Chocó.

Elaboración: Ron, S. - BioWeb Ecuador, 2020. Fuente: (https://multimedia20stg.blob.core.windows.net/regiones/169SRON_20190726-PANO0001-11-Pano.jpg)

Según el PDOT SD 2030 (2015) en la ciudad existen 8 bosques urbanos, de los cuales 3 son públicos y 5 privados, que en conjunto cubren un área total de 76 hectáreas, que representan el 1,2% del área total de la ciudad. Estos bosques urbanos son considerados como “relictos de bosque primario”.

Al año 2015, de las 8 áreas con régimen especial de protección existentes en el cantón, solamente un bosque se encuentra en buen estado con el 80% del área protegida, uno está intervenido al 40% y en los otros seis, la cobertura vegetal ha sido intervenida en casi el 58,54% del total (GAD Municipal SD, 2015), siendo

necesaria su conservación para mantener los diversos servicios ecosistémicos que brindan para el desarrollo sostenible de la ciudad.



Figura 66: Bosque Piemontano Occidental.

Elaboración: Ron, S. - BioWeb Ecuador, 2020. Fuente:
(https://multimedia20stg.blob.core.windows.net/regiones/156SRR_20200715_PANO0001-11-Pano.jpg)

10.1.2.12. Pisos térmicos

Ecuador se localiza geográficamente en una zona intertropical, con diversos tipos de formaciones y condiciones que han contribuido a la formación de diversos pisos climáticos (Guillén, 2014).

Dentro de los pisos propuestos por Guillén, la ciudad de Santo Domingo de los Colorados se localiza dentro del piso ZT5, considerado dentro del nivel térmico 2, como se muestra en la siguiente imagen:

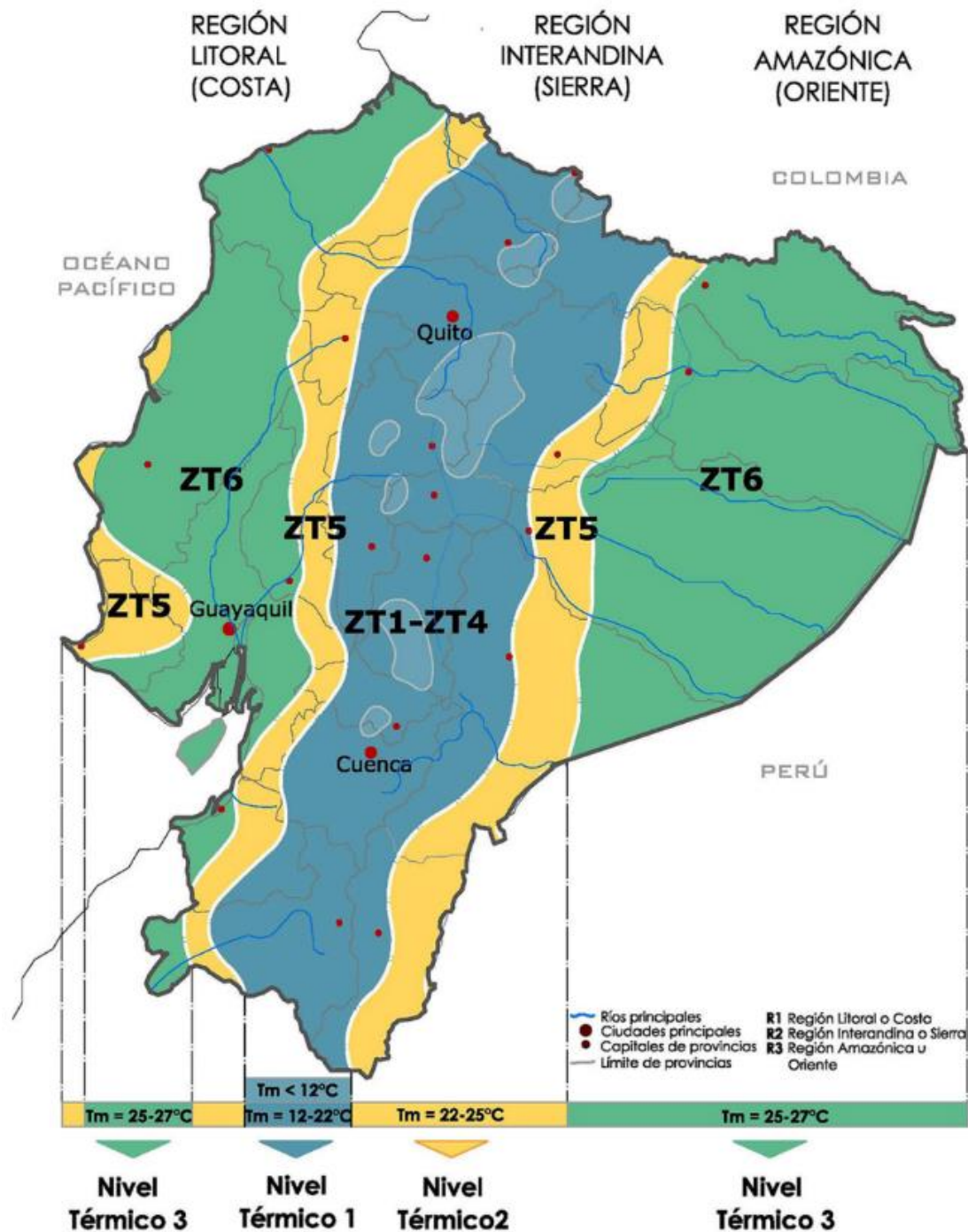


Figura 67: Niveles térmicos en función de las zonas climáticas de Ecuador.

Elaboración: Guillén, 2014. Fuente: Metodología de evaluación de confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador.

Cada uno de estos niveles cuenta con un climograma de confort, a partir de las características de cada nivel y la capacidad de aclimatación de los habitantes, que influye en su vestimenta.

En el caso de los valores mínimos, están cercanos a la zona de confort; por lo que, el ambiente debería ser preferiblemente más cálido, que al estar en una situación de demanda de calor requerirá especial atención al tipo de vestimenta y a los elementos de protección, considerando que se llega a estos niveles de temperatura durante la noche y la madrugada, así como, durante el transcurso de la época lluviosa.

Mientras que, con las condiciones de valores máximos, el cuerpo no puede perder toda la energía acumulada, generando una sensación de discomfort, que se traduce en un ambiente bochornoso. Estos valores se alcanzan durante las horas con luz solar; por lo que, se puede trabajar sobre otros elementos que influyen en el confort térmico sobre los que sí se puede actuar (a diferencia de las condiciones climáticas) como la disponibilidad de sombra, la orientación de las edificaciones, la densidad urbana, la altura de las edificaciones, el ancho de las vías, el diseño espacial, los colores, el tipo de vegetación, el tipo de vestimenta, la permeabilidad, los elementos de protección, etc. (Guillén, 2014).

10.1.3. Estructura urbana

Además de los aspectos físico-naturales, influyen sobre los bordes del bosque diversos elementos relacionados con el desarrollo urbano, que se describen a continuación.

10.1.3.1. Uso y ocupación del suelo

El PUGS del Cantón Santo Domingo 2032, busca promover que el territorio se desarrolle de forma adecuada, estratégica, sustentable y sostenible, con actividades que minimicen impactos y amenazas, causados por los fenómenos naturales o por la acción humana (GAD Municipal SD, 2020).

Debido a sus características, el suelo de la ciudad de SDC se ha clasificado como urbano y subclasificado en tres tipos: consolidado, no consolidado y de protección, cada uno con diferentes tipos de tratamientos urbanísticos:

Tabla 31. Tratamientos urbanísticos de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados

Clasificación del suelo	Subclasificación del suelo	Tratamiento urbanístico
Urbano	Consolidado	Conservación
		Sostenimiento
		Renovación
	No Consolidado	Mejoramiento integral
		Mejoramiento integral - Mitigación de riesgos
		Mejoramiento integral - Mitigación de riesgos y conservación paisajística
		Mejoramiento integral - Mitigación de riesgos - Suspensión y restricción de usos urbanos
		Consolidación
		Desarrollo
		Suspensión y restricción de usos urbanos - Conservación paisajística ambiental
	Protección	Conservación

Fuente: (GAD Municipal SD, 2020). Elaboración: Propia, 2023.

En el caso del tratamiento de conservación del suelo protección, en el PUGS se describe que “en el suelo urbano y rural, se protegerán las zonas que presenten un alto valor histórico, cultural, urbanístico, paisajístico o ambiental con el fin de implementar y orientar acciones alineadas a la legislación correspondiente y que permitan la conservación y valoración de sus características físicas e inmateriales” (GAD Municipal SD, 2020).

10.1.3.2. Centralidades

En la búsqueda de crear una ciudad caminable, en el PUGS se han propuesto diversas macro centralidades, centralidades y micro centralidades. En este sentido la centralidad C5 denominada Parque de la Juventud, cuya vocación es

comercial, educativa y recreativa, incluye dentro de sus equipamientos representativos al BPPK.



Imagen. PARQUE DE LA JUVENTUD, Av. Quito, Av. Los Anturios

Simbología:

- Áreas vacantes para posible implantación de equipamientos ■
- Núcleo Centralidad
- Radio de influencia 1200m
- Segmentos urbanos homogéneos



Figura 69: Centralidad C5.

Elaboración: GAD Municipal de Santo Domingo, 2020. Fuente: (Actualización del PDOT y formulación del PUGS cantón Santo Domingo – Propuesta PUGS 2020-2032)

A partir de esta vocación se prevé una alta circulación de personas en la zona, especialmente de jóvenes que se dirigen hacia el estadio, los parques o las unidades educativas, teniendo que ampliar la cobertura de la infraestructura para atender las necesidades de los usuarios.



Figura 70: Interior del Parque de la Juventud.

Elaboración: GAD Municipal de Santo Domingo, 2022. Fuente: (<https://es-es.facebook.com/MunicipioDeSantoDomingo/posts/3244415912500769/>)

10.1.3.3. Compatibilidad y ocupación del uso de suelo

El Bosque Protector Público Kasama (AE20002) se encuentra en la parte central de una de las zonas destinadas a vivienda de densidad alta y que aún no está consolidada (R2004), que a su vez es servida por una de las vías principales (CAM2006) que conectan con el resto de la ciudad, generando una especie de isla de biodiversidad en medio de lo urbano. Esta zona se irá consolidando paulatinamente, siendo aún más urgente la conservación del bosque.



Figura 71: Relación entre los usos de suelo del sector en estudio.

Elaboración: Propia, 2023. Fuente: <https://m.megaconstrucciones.net/?construccion=santo-domingo-ecuador>)

Anteriormente el uso de suelo del bosque se contemplaba como Protección Ecológica (Pe) y se cambia a zona de Aprovechamiento Ecológico (AE20002) que en el PUGS describe como “Zona de Protección ecológica ambiental y geográfica por susceptibilidad a inundaciones y movimientos en masa donde se incluyen los bosques protectores públicos y privados más la Zona para reforestación y aprovechamiento eco-turístico que, admite edificaciones amigables con el ambiente; tecnologías alternativas no contaminantes; jardín botánico, museo etnográfico, senderos naturales, miradores, fuentes de agua” como parte de la planificación estratégica para los aprovechamientos urbanísticos de la ciudad (GAD Municipal SD, 2020).

Si bien hay una mayor restricción sobre el uso de suelo, al considerar el desarrollo de vivienda incompatible con las zonas de Aprovechamiento Ecológico, se observa que este concepto contempla la parcelación parcial del lote, como se puede profundizar en el apartado del marco teórico.



Figura 72: Zonificación normativa del sector en estudio.

Elaboración: GAD Municipal de Santo Domingo, 2021. Fuente: (Actualización del PDOT y formulación del PUGS cantón Santo Domingo - Proyecto de Ordenanza)

Tabla 32. Compatibilidad de usos de suelo de la zona en estudio

Uso / Código y Descripción	Pe: Protección ecológica	AE20002: Aprovechamiento o ecológico	R2004: Residencial densidad alta	CAM2006: Corredores Actividades Múltiples: Resid. densidad alta; Comercial y servicios Centralidad y Ciudad; Equip. Centralidad y Ciudad	
Comercial y Servicios Centralidad (C)	Uso incompatible (X)	Uso incompatible (X)	Uso compatible (C)	Uso compatible (C)	
Comercial - Residencial (CR)			Uso incompatible (X)	Uso incompatible (X)	
Comercial y servicios ciudad; Equipamiento Ciudad (C)				Uso incompatible (X)	
Vivienda de Interés Social alta densidad (RIS)	Uso condicionado (R)		Uso Principal (P)	Uso incompatible (X)	
Residencial densidad alta (R)			Uso compatible (C)	Uso compatible (C)	
Residencial densid. media (R)			Uso incompatible (X)	Uso incompatible (X)	
Corredores Actividades Múltiples: Residencial densidad alta; Comercial y servicios Centralidad y Ciudad; Equipamiento Centralidad y Ciudad (CAM)	Uso incompatible (X)			Uso incompatible (X)	Uso Principal (P)
Industrial 2 Impacto medio (I)					
Aprovechamiento Ecológico (AE)	Uso compatible (C)		Uso Principal (P)		Uso incompatible (X)
Protección Ecológica (Pe)	Uso Principal (P)	Uso compatible (C)			

Fuente: (GAD Municipal SD, 2020). Elaboración: Propia, 2023.

10.1.3.4. Zonificación normativa



Figura 73: Viviendas frente al Bosque Protector Público Kasama.

Elaboración: Propia, 2022.

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, hay diversas directrices para cada uno de los usos que configuran el sector circundante al Bosque Protector Público Kasama, pues este se encuentra rodeado por una zona destinada para densidad alta y un corredor para este tipo de uso, donde se contempla un coeficiente de uso de suelo del 85% para ambos casos.

Tabla 33. Zonificación normativa propuesta para la zona de estudio

Criterio / Código y Descripción	AE25002: Aprovechamiento ecológico	R2004: Residencial densidad alta	CAM2006: Corredores Actividades Múltiples: Residencial densidad alta; Comercial y servicios Centralidad y Ciudad; Equipamiento Centralidad y Ciudad
Lote mínimo "Lm" (m ²)	2000	200	200
Frente mínimo (m)	40	10	10

Altura de pisos (m)		2	4	6
Retiros	Frontal (m)	5	0	0
	Lateral 1 (m)	5	0	0
	Lateral 2 (m)	5	0	0
	Fondo (m)	5	3	3
COS	PB (%)	20	85	85
	Total (%)	40	340	510
Piso no habitable por comercio en planta baja		0	0	1
Densidad (hab/ha)		14	275	344

Fuente: (GAD Municipal SD, 2020). Elaboración: Propia, 2023.

Por otro lado, al no permitirse pisos para comercio en planta baja, tanto dentro del bosque como en la zona de vivienda circundante, se genera un alivio para la biodiversidad por los riesgos de contaminación y seguridad que implica un alto desarrollo comercial.

10.1.4. Vialidad y transporte

La ciudad de Santo Domingo es considerada como un nodo de articulación para el transporte de personas y mercancías (GAD Municipal SD, 2020); por lo que, se han diseñado dos grandes vías de circunvalación para mejorar la movilidad, donde el anillo central es utilizado en mayor medida para los residentes de la ciudad, mientras por el externo circulan los vehículos que se dirigen hacia otras provincias. Además, en el PUGS 2021 - 2032 se propone la construcción de un tercer anillo, de forma que pueda abarcar el crecimiento de la mancha urbana.

En el sector, la parada de buses urbanos más cercana se localiza a 400 metros del BPPK, el cual es utilizado mayormente por jóvenes que luego se dirigen a pie hacia los equipamientos educativos y deportivos.



*Figura 74: Las paradas de buses urbanos se localizan en las inmediaciones del Parque de la Juventud.
Elaboración: Propia, 2022.*

Durante su recorrido por el borde del bosque, es común que los peatones circulen por el área de rodamiento de los vehículos, pues existen 403 ml de acera sin revestimiento sobre la U.E. Kasama y 200 ml de acera de concreto en el área de viviendas del borde este, que en conjunto representan un 33% de los 1818 ml de aceras necesarios.



Figura 75: Peatones circulan sobre el área de rodamiento de la vía que separa al bosque de la U.E Kasama.

Elaboración: Propia, 2022.

Además, solamente un 10,42% de las vías cuentan con revestimiento. Mientras que un 33% del área tiene cobertura de alumbrado público. No hay ciclovías, ni mobiliario urbano.

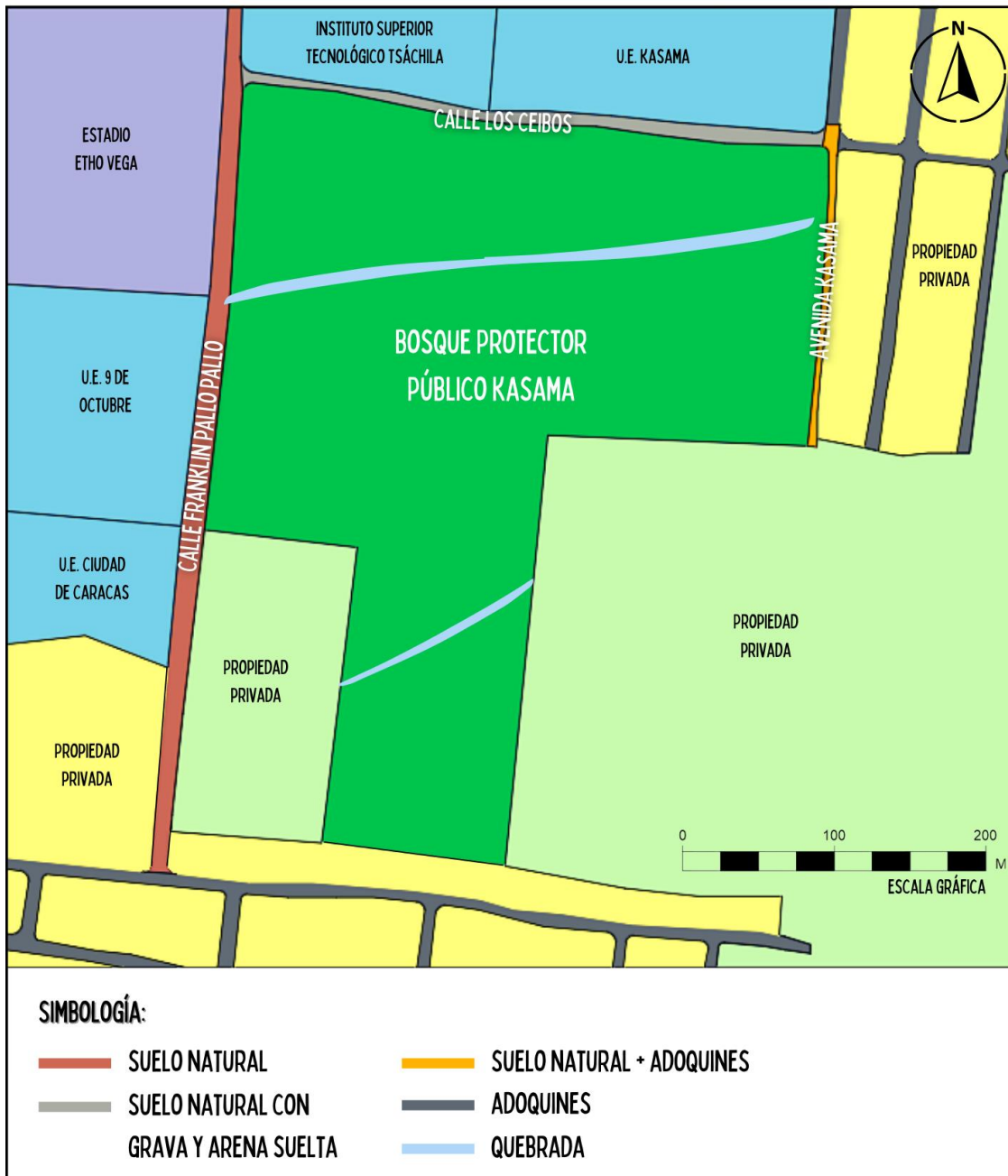


Figura 76: Principales vías y tipos de revestimiento del sector en estudio.

Elaboración: Propia, 2023.



Figura 77: Calle Franklin Pallo Pallo sin revestimiento en el borde oeste del bosque.

Elaboración: Propia, 2022.

También hay una fuerte presencia de botaderos ilegales de basura sobre la Calle Franklin Pallo Pallo que en algunos casos ocupan hasta el 50% del ancho de las vías, obstruyendo la circulación y generando malos olores por la concentración de residuos orgánicos e inorgánicos, entre los que predominan los escombros de construcciones.



Figura 78: Camioneta con escombros para ser vertidos sobre la Calle Franklin Pallo Pallo.

Elaboración: Propia, 2022.

10.1.5. Áreas verdes

De acuerdo a los estándares urbanísticos descritos en el PUGS, el área verde que se debe lograr en la ciudad parte de dos indicadores: 15% - 20% del área verde/abierta según los principios urbano sostenibles y 15 m²/hab a partir del índice de prosperidad urbana (GAD Municipal SD, 2020).

Sin embargo, para la sección diagnóstica y propuesta, el municipio ha seleccionado el estándar de cálculo mínimo de 9 m²/hab que comúnmente se atribuye a la OMS, según el cual al año 2020 se presentaba un déficit del 94% de áreas verdes; ya que, el índice de verde urbano del INEC para el año 2012 indica que Santo Domingo contaba para esa fecha con 0,60 m²/hab.

Tabla 34. Áreas verdes requeridas para Santo Domingo de los Colorados al 2020

Población al 2020 (hab)	Área verde requerida (m ²)	Área verde (%)
388.137	215.471,49	0,56

Fuente: (GAD Municipal SD, 2020). Elaboración: Propia, 2023.



Figura 79: Desarrollo de la mancha urbana de Santo Domingo de los Colorados.

Elaboración: Megaconstrucciones, s.f. Fuente: (<https://m.megaconstrucciones.net/?construccion=santo-domingo-ecuador>)

La propuesta de este tipo de equipamientos se desarrolla con una proyección de población base de 457.585 habitantes para 2032. Ver la siguiente tabla:

Tabla 35. Equipamiento propuesto de áreas verdes para Santo Domingo de los Colorados

Tipología	Recreación Deportiva
Nivel	Ciudad
Tipo de equipamiento	Áreas verdes
Población base (hab)	0
Norma (m ² /hab)	9
Lote mínimo (m ²)	0
Equipamiento requerido a 2032 (m ²)	4.11 8.26 5.00
Área requerida por equipamientos (ha)	411,83
Área verde estimada al 2032 (ha)	1076,63

Fuente: (GAD Municipal SD, 2020). Elaboración: Propia, 2023.

Para cumplir con este requerimiento se recomienda la recuperación de las quebradas y la regeneración de sus bordes, especialmente en la zona más consolidada de la ciudad y la creación de una red verde urbana para mejorar la calidad ambiental y de esparcimiento de la población, y que a la vez ayude a estructurar la movilidad de la ciudad (GAD Municipal SD, 2020).

10.1.6. Caracterización del Bosque Protector Público Kasama

El BPPK se encuentra ubicado dentro del sector Chiguilpe de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, cercano a la vía a Quito, a una altitud de 560 m.s.n.m., con coordenadas UTM WGS84: 0700451E-9969409N y una superficie total de 17 ha divididas de la siguiente manera: 2 hectáreas son utilizadas por el vivero forestal provincial, 3 hectáreas serán utilizadas para la construcción de un

Centro de interpretación Turístico - Ambiental y 12 hectáreas son de bosque secundario, con una alta biodiversidad en un área tan pequeña (Carrasco, 2013).



Figura 80: Vivero forestal provincial Santo Domingo de los Tsáchilas.

Elaboración: Propia, 2022.

A partir de las zonas de vida, se ha podido identificar condiciones de Bosque Húmedo Tropical - Bosque muy Húmedo Pre-montano en la mayoría del área y en una pequeña porción de la parte este, figura el Bosque muy Húmedo Pre-montano; así como, dos quebradas en dirección este-oeste (Revelo, 2017).

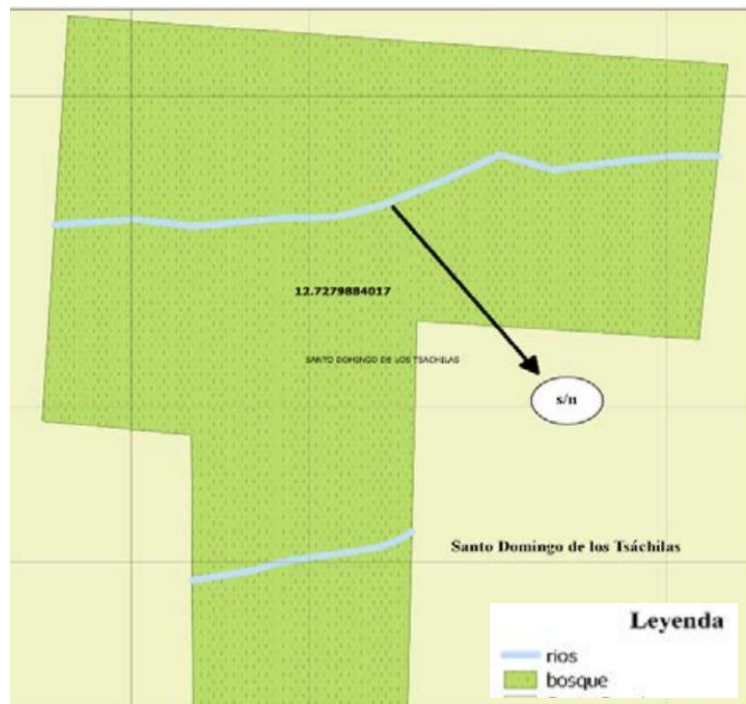


Figura 81: Quebradas del Bosque Protector Público Kasama.

Elaboración: Revelo, 2017. Fuente: (Diseño de una base de datos cartográfica del Bosque Protector "Kasama" de Santo Domingo de los Tsáchilas para su uso en un plan de manejo integral.)

Las especies de plantas son diversas. Algunas son endémicas de la región y otras son características de la biorregión del Chocó ecuatorial. Además, ha sido designado con diversidad alfa, debido al grado de diversidad intrínseca que posee cada comunidad vegetal de forma particular dentro del paisaje (Franco, 2022).

Tabla 36. Conteo de especies del Bosque Protector Público Kasama para el año 2015

Biodiversidad	Flora	Aves	Anfibios	Reptiles	Mamíferos
Especies	149	71	11	11	7
Familias	67	27	6	7	4

Fuente: (Nugra, 2013). Elaboración: Propia, 2023.

Entre las especies de aves que habitan en el bosque se encuentra el *Pyrrhura orcesi* el perico caretirrojo, (Carrasco, 2013), nativo de Ecuador, que ha sido clasificado como especie “En peligro” en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, por presentar una tendencia decreciente de población, entre las que se cuentan de 250 a 999 individuos maduros (BirdLife International, 2020)



Figura 82: Perico caretirrojo.

Elaboración: Fundación Jocotoco, 2018. Fuente: (<https://es.mongabay.com/2019/09/conservacion-de-aves-en-ecuador-pericos-el-oro/>)

Alrededor del bosque se concentran algunas zonas habitacionales sin consolidar que ejercen una alta presión sobre el bosque, pues algunos propietarios de los lotes contiguos han llegado a construir el suelo perteneciente al bosque, deteriorando el ecosistema (Franco, 2022). Este fenómeno se verá potenciado debido a que en el PUGS estas zonas se contemplan para densidad alta.

En la zona hay diversos equipamientos recreativos, deportivos y educativos. Entre estos últimos la U.E. Kasama se localiza frente al perímetro norte del bosque y utiliza la Calle Los Ceibos que los limita como acceso para sus estudiantes; por lo que, se genera una mayor fluidez en la zona.

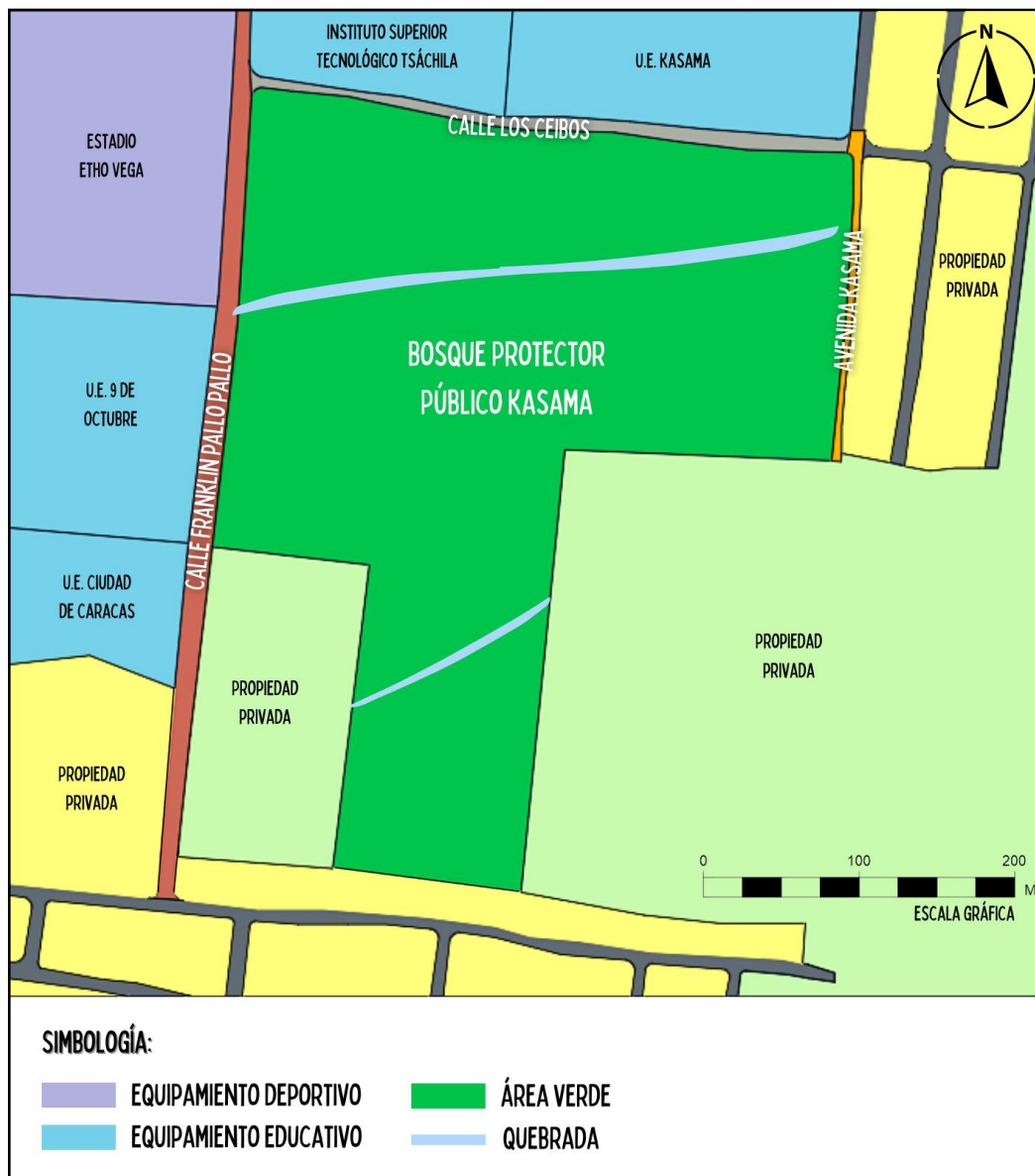


Figura 83: Equipamientos del sector en estudio.

Elaboración: Propia, 2023.



Figura 84: U.E. Kasama ubicada en el borde norte.

Elaboración: Propia, 2022.

Frente al costado oeste del borde, se localizan la U.E. 9 de Octubre y la U.E. Ciudad de Caracas que le dan la espalda al bosque y a la Calle Franklin Pallo Pallo que los vincula.



Figura 85: Comercio ambulante para el servicio de los estudiantes de la U.E. 9 de Octubre y la U.E. Ciudad de Caracas, ubicadas en el borde oeste.

Elaboración: Propia, 2022

Esta calle no cuenta con revestimiento, ni alumbrado público y es utilizada como botadero ilegal de basura; por lo que, es una zona que cuenta con una imagen urbana bastante degradada.



Figura 86: Quema de basura sobre la Calle Franklin Pallo Pallo.

Elaboración: Propia, 2022.

10.2. Análisis Micro

En el siguiente apartado se presenta el análisis realizado sobre los cuatro bordes estudiados.

10.2.1. Aplicación de indicadores

Se presenta la aplicación de indicadores relacionados con el confort térmico por medio de la regulación del clima.

10.2.1.1. Obstrucción de la radiación solar del arbolado del viario público (ORSarb) - Sevilla

Como se observa en la siguiente tabla, se identificaron un total de 19 árboles de porte pequeño en todo el sector, de acuerdo a la clasificación según el diámetro medio de copa utilizada para este estudio. No se encontraron especies de arbolado mediano ni grande (ver tabla 30).

Tabla 37. Caracterización del arbolado y cálculo de superficie protegida bajo la sombra de la copa

Borde	Ejemplar	Altura (m)	Diámetro medio de copa (m)	r_Radio de la copa (m)	Área de copa: $\pi \cdot r^2$ (m ²)	Porte
Oeste	Árbol 1	8,00	2,00	1,00	3,14	Pequeño
	Árbol 2	8,00	2,00	1,00	3,14	Pequeño
	Árbol 3	4,00	2,00	1,00	3,14	Pequeño
	Árbol 4	6,00	4,00	2,00	12,57	Pequeño
	Sumatoria de borde					21,99
Norte	Árbol 1	4,00	2,00	1,00	3,14	Pequeño
	Árbol 2	6,00	4,00	2,00	12,57	Pequeño
	Árbol 3	6,00	3,00	1,50	7,07	Pequeño
	Árbol 4	6,00	2,00	1,00	3,14	Pequeño
	Árbol 5	5,00	2,00	1,00	3,14	Pequeño
	Árbol 6	1,50	1,00	0,50	0,78	Pequeño
	Árbol 7	1,50	1,00	0,50	0,78	Pequeño
	Árbol 8	1,50	1,00	0,50	0,78	Pequeño
	Árbol 9	1,50	1,00	0,50	0,78	Pequeño
	Árbol 10	1,50	1,00	0,50	0,78	Pequeño
	Árbol 11	1,50	1,00	0,50	0,78	Pequeño
	Árbol 12	1,50	1,00	0,50	0,78	Pequeño
	Árbol 13	3,00	3,00	1,50	7,07	Pequeño
	Árbol 14	3,00	3,00	1,50	7,07	Pequeño
	Árbol 15	1,50	1,00	0,50	0,78	Pequeño
Sumatoria de borde					49,44	
Este	No hay árboles	0,00	0,00	0,00	0,00	N/A
	Sumatoria de borde					0,00
Sur	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Sumatoria de borde					N/A

Sector	71,43	Pequeño
---------------	--------------	----------------

Elaboración: Propia, 2023.



Figura 87: Árboles de porte pequeño en el borde oeste (izquierda) y el borde norte (derecha).

Elaboración: Propia, 2022.

Tabla 38. Cálculo de la obstrucción de la radiación solar del arbolado del viario público (ORSarb) - Arbolado de porte pequeño

Borde	A_Superficie obstruida por las sombras arrojadas por el arbolado (m ²)	B_Superficie del viario público total (m ²)	ORSarb_peq: (A/B)*100 (%)
Oeste	21,99	4.284,00	0,51
Norte	49,44	4.836,00	1,02
Este	0,00	2.400,00	0,00
Sur	N/A	N/A	N/A
Sector	71,43	11.507,94	0,62

Elaboración: Propia, 2023.





Como se observa en las tablas, la obstrucción de la radiación solar es baja, considerando que existe una limitada cantidad de árboles para toda el área a cubrir, a esto se agrega que el porte de las especies existente es pequeño, generando así poca sombra en las áreas de circulación.



Figura 88: Obstrucción de la radiación solar del arbolado en los bordes viales del bosque.

Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 39. Evaluación de resultados del grado de obstrucción necesaria según densidad construida - Densidad alta*

Borde	Requerimientos mínimos	Resultado alcanzado	
	Criterio: Porcentaje de obstrucción ORSarb		
Oeste	> 30%	0%	
Norte	> 30%	0%	
Este	> 30%	0%	
Sur	N/A	N/A	
Sector	> 30%	0%	
*De acuerdo a lo establecido en el PUGS 2020-2032.			

Elaboración: Propia, 2023.

En la tabla 39, se presenta que el resultado de ORSarb es del 0% al no cumplir con el criterio mínimo establecido. Esto implica que no es posible una disminución de las temperaturas radiantes sobre el espacio público que puedan aportar al balance térmico de las personas que circulan por las calles.

10.2.1.2. Densidad de árboles por tramo de calle (Darb) - Vitoria-Gasteiz

En la siguiente tabla se observa que la Darb es baja en los bordes oeste y norte; mientras que en el este es nula, lo que evidencia un déficit de arbolado viario, aun cuando el ancho de calle superior a los 8 metros permite mayores plantaciones.

Tabla 40. Cálculo de la densidad de árboles por tramo de calle (Darb) – Arbolado de porte pequeño + tramos con ancho de calle > a 8 metros

Borde	Cantidad de árboles (und)	Longitud del tramo de calle (m)	Darb_peq (árboles/m)
Oeste	4	306	0,01

Norte	15	403	0,04
Este	0	200	0,00
Sur	N/A	N/A	N/A
Sector	19	909	0,02

Elaboración: Propia, 2023.



Figura 89: Densidad de árboles por tramo de calle en los bordes viales del bosque.

Elaboración: Propia, 2023.



Figura 90: En el borde este no hay presencia de árboles en el espacio público.

Elaboración: Propia, 2022.

Tabla 41. Evaluación de resultados de densidad de árboles por tramo de calle (Darb) - Arbolado de porte pequeño + tramos con ancho de calle > a 8 metros

Borde	Requerimientos mínimos		Resultado alcanzado	
	Criterio: Densidad (árboles/m)	Cobertura: Metros lineales (%)		
Oeste	0,20	50%	0%	↘
Norte	0,20	50%	0%	↘
Este	0,20	50%	0%	↘
Sur	0,20	50%	0%	↘
Sector	0,20	50%	0%	↘

Elaboración: Propia, 2023.

Como se puede observar en la tabla anterior, el sector no cumple con la cantidad de árboles conveniente para generar condiciones de confort térmico; por lo que, los usuarios estarán expuestos a recibir una alta radiación solar.

Por ello, es preciso aumentar la cantidad de árboles en todo el sector, para que también se apoye la conectividad de las especies del viario público, el bosque y las zonas aledañas.

10.2.1.3. Percepción espacial del verde urbano (PEverde) - Vitoria-Gasteiz

Debido a que no se identificaron especies de arbolado de borde mediano ni grande, se debe considerar que los cálculos de PEverde se realizaron a partir de los ejemplares de porte pequeño existentes (ver anexo 1).

Tabla 42. Cálculo de campo visual

Borde	Longitud del tramo de calle (m)	Ancho del tramo calle (m)	Atura (valor fijo en m)	Campo visual (m³)
Oeste	306	14	8	34.272
Norte	403	12	8	38.688
Este	200	12	8	19.200
Sur	N/A	N/A	N/A	N/A
Sector	909	12,66	8	92.063,5

Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 43. Cálculo de volumen de copas - Arbolado de porte pequeño

Borde	Ejemplar	Constante		Radio de la copa (m)	Radio de la copa al cubo (m³)	Volumen de copas (m³)
Oeste	Árbol 1	4/3	π	1,00	1,00	4,19
	Árbol 2	4/3	π	1,00	1,00	4,19
	Árbol 3	4/3	π	1,00	1,00	4,19
	Árbol 4	4/3	π	2,00	8,00	33,51
	Sumatoria de borde					
Norte	Árbol 1	4/3	π	1,00	1,00	4,19

	Árbol 2	4/3	Π	2,00	8,00	33,51
	Árbol 3	4/3	Π	1,50	3,37	14,12
	Árbol 4	4/3	Π	1,00	1,00	4,19
	Árbol 5	4/3	Π	1,00	1,00	4,19
	Árbol 6	4/3	Π	0,50	0,12	0,50
	Árbol 7	4/3	Π	0,50	0,12	0,50
	Árbol 8	4/3	Π	0,50	0,12	0,50
	Árbol 9	4/3	Π	0,50	0,12	0,50
	Árbol 10	4/3	Π	0,50	0,12	0,50
	Árbol 11	4/3	Π	0,50	0,12	0,50
	Árbol 12	4/3	Π	0,50	0,12	0,50
	Árbol 13	4/3	Π	1,50	3,37	14,12
	Árbol 14	4/3	Π	1,50	3,37	14,12
	Árbol 15	4/3	Π	0,50	0,12	0,50
	Sumatoria de borde					
Este	No hay árboles	4/3	Π	0,00	0,00	0,00
	Sumatoria de borde					
Sur	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Sumatoria de borde					
Sector						98,04

Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 44. Clasificación del viario público según la percepción - Arbolado de porte pequeño

Borde	Volumen de copas (m³)	Campo visual (m³)	Proporción (%)	Percepción
Oeste	46,08	34.272	0,13	Muy insuficiente
Norte	52,32	38.688	0,13	Muy insuficiente
Este	0,00	19.200	0,00	Muy insuficiente
Sur	N/A	N/A	N/A	N/A
Sector	98,04	92.063,5	0,10	Muy insuficiente

Elaboración: Propia, 2023.

Como se puede observar en las tablas, debido a la poca existencia de árboles en la zona de estudio, el volumen de copas resulta muy inferior al volumen del campo visual; por lo que, la percepción es muy insuficiente en todos los bordes, generando un déficit en el sector, especialmente en el borde oeste donde la presencia de árboles es nula.

Tabla 45. Cálculo de percepción espacial del verde urbano (PEverde) - Arbolado de porte pequeño

Borde	Superficie de viario público con volumen verde superior al 10% (m²)	Superficie del viario público total (m²)	Constante	PEverde_peq (%)
Oeste	0,00	4.284,00	100	0,00
Norte	0,00	4.836,00	100	0,00
Este	0,00	2.400,00	100	0,00
Sur	N/A	N/A	N/A	N/A
Sector	0,00	11.507,94	100	0,00

Elaboración: Propia, 2023.

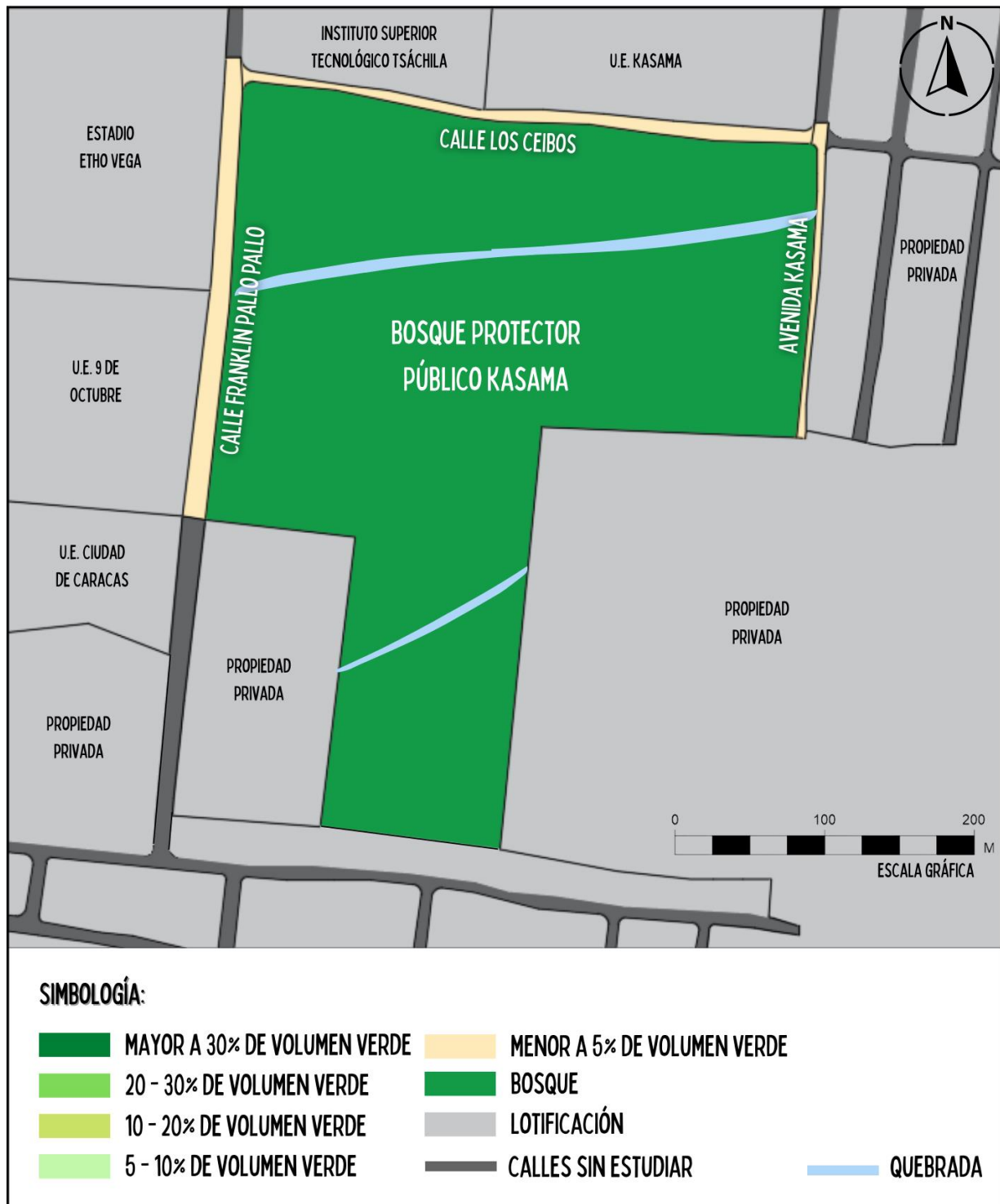







Figura 91: Percepción espacial del verde urbano en los bordes viales del bosque.

Elaboración: Propia, 2023.

Tabla 46. Evaluación de resultados de percepción espacial del verde urbano (PEverde) - Arbolado de porte pequeño

Borde	Requerimientos mínimos		Resultado alcanzado	
	Criterio: Volumen verde (%)	Cobertura: Superficie viario (%)		
Oeste	10	50%	0%	
Norte	10	50%	0%	
Este	10	50%	0%	
Sur	10	50%	0%	
Sector	10	50%	0%	

Elaboración: Propia, 2023.

Debido a que ninguno de los bordes cumple con el mínimo del 10% de volumen verde en un 50 % de la superficie de viario público, es preciso dotar al sector de arbolado de diferentes portes, de forma que se puedan aprovechar los servicios ecosistémicos ofrecidos por los árboles.

10.2.1.4. Índice biótico del suelo (IBS).

A continuación se presenta el análisis de la permeabilidad del suelo o índice biótico del suelo para el área en estudio:

Tabla 47. Cálculo de índice biótico del suelo (IBS)

Borde	Tipo de superficie	Factor de tipo de suelo - fi	Área de la superficie de suelo - ai (m ²)	Área total de la zona de estudio - At (m ²)	IBS (%)
Oeste	Espacios verdes con conexión con suelo natural	1	4.284,00	11.507,94	37,23
Norte	Superficies semipermeables	0,5	4.836,00	11.507,94	21,01

Este	Superficies impermeables	0	1200,00	11.507,94	0,00
	Espacios verdes con conexión con suelo natural	1	1200,00	11.507,94	10,43
Sur	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Sector				11.507,94	68,67

Elaboración: Propia, 2023.



Figura 92: Índice biótico del suelo en los bordes viales del bosque.

Elaboración: Propia, 2023.

En los bordes estudiados se identificaron tres tipos de superficies que permiten distintos niveles de filtración de agua, observándose que el borde que cuenta con mayor permeabilidad es el oeste, que permite mayores niveles de desarrollo de vegetación.

Por otro lado, en el borde este que se encuentra más urbanizado, se observa una disminución de la permeabilidad llegando a 0 en el caso las áreas de calle cubiertas por adoquines de concreto, que impiden la infiltración del agua de lluvia; lo que, podría generar estancamientos de agua o inundaciones durante en los meses de mayores precipitaciones.

Tabla 48. Evaluación de resultados de índice biótico del suelo (IBS)

Borde	Requerimientos mínimos	Resultado alcanzado	
	Criterio: IBS (%)		
Oeste	30	37%	
Norte	30	21%	
Este	30	0%	
	30	10%	
Sur	N/A	N/A	
Sector	30	69%	

Elaboración: Propia, 2023.

En general, se observa que el sector cuenta con un IBS superior al mínimo establecido, debido a que solamente el 50% del borde este cuenta con revestimiento 100% impermeable como parte de la atención que se le da al transporte vehicular. Donde a nivel de los bordes evaluados, el este y el norte presentan un déficit de superficie permeable; por tanto, debería ser priorizada su atención.



Figura 93: Estado de la vía que conforma el borde este del bosque.

Elaboración: Propia, 2022.

10.2.1.5. Proporción de la calle (PRca) - Gobierno de España

En la siguiente tabla se observa que la percepción de la proporción de la altura de las edificaciones y la distancia entre dos fachadas ha dado un excelente resultado en todo el sector; por lo que, existe un nivel importante de apertura de vista al cielo debido a que la zona residencial todavía no se ha consolidado y las construcciones no han empleado el máximo de altura permitida.

Tabla 49. Clasificación de los tramos de calle en función del grado de apertura de vista en el cielo

Borde	Altura de las edificaciones - h (m)	Distancia entre dos fachadas - d (m)	Proporción - h/d (%)	Percepción
Oeste	2	14	0,14	Excelente
Norte	14	40	0,36	Excelente
Este	10,50	40	0,26	Excelente
Sur	N/A	N/A	N/A	N/A
Sector	8,83	31,33	0,25	Excelente

Elaboración: Propia, 2023.





Tabla 50. Cálculo de proporción de la calle (PRca)

Borde	Longitud de tramos de calle con una relación h/d suficiente, buena o excelente (m)	Longitud de tramos del viario público total (m)	PRca (%)
Oeste	306	909	0,34
Norte	403	909	0,44
Este	200	909	0,22
Sur	N/A	N/A	N/A
Sector		909	0,33

Elaboración: Propia, 2023.

Como resultado se obtiene que el PRca alcanzado es del 100% para todos los bordes de forma individual y también del sector; por cumplir con el requerimiento mínimo. También se debe señalar que este indicador es el único de los estudiados que también cumple con el requerimiento deseable para una proporción de $h/d < 1,0$ para un mínimo del 50% de los tramos de calle.

Tabla 51. Evaluación de resultados de proporción de la calle (PRca)

Borde	Requerimientos mínimos		Resultado alcanzado	
	Criterio: Proporción h/d (%)	Cobertura: Tramo viario (%)		
Oeste	< 2	50%	100%	
Norte	< 2	50%	100%	
Este	< 2	50%	100%	
Sur	N/A	50%	N/A	
Sector	< 2	50%	100%	

Elaboración: Propia, 2023.



Figura 94: Proporción de la calle en los bordes viales del bosque.

Elaboración: Propia, 2023.

10.3. Síntesis de diagnóstico

Como síntesis se presenta la aplicación de la metodología DPSIR a partir de los resultados del análisis de los diversos componentes y subcomponente descritos en el diagnóstico, que se puede evidenciar en la siguiente figura:

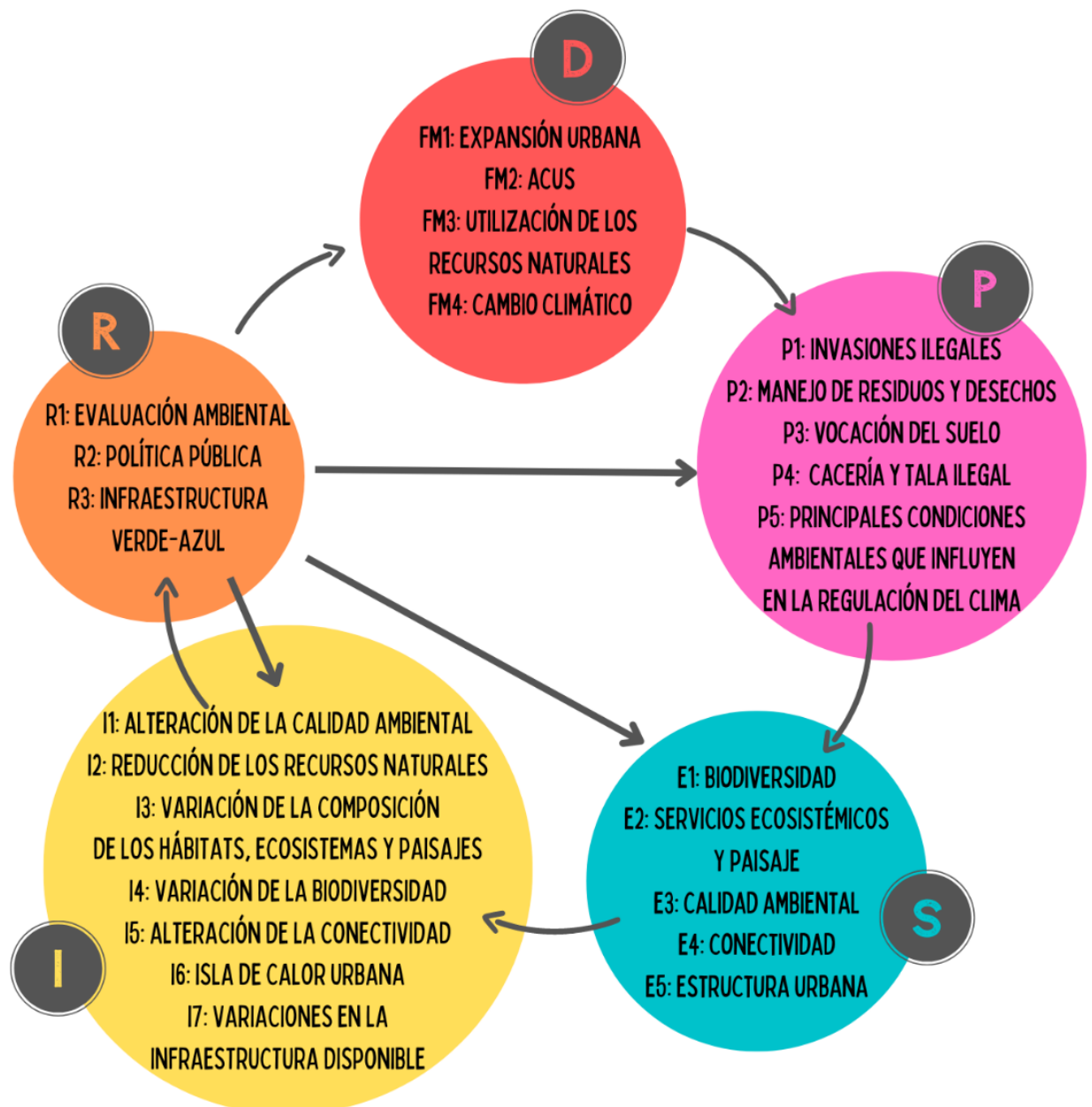











Figura 95: Identificación de componentes DPSIR en el área de estudio.

Elaboración: Propia, 2023.









Cada uno de estos componentes se detalle en la tabla 46, donde se han integrado el nivel de actuación de cada enunciado, por medio de la siguiente simbología:









Tabla 52. Nivel de actuación geográfico










Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.		Ciudad de Santo Domingo de los Colorados.
	Sector comprendido por el bosque más una cobertura de 300m a partir de su borde. Incluye la relación con los principales usos de suelo de la Parroquia Chigüilpe.		Bosque Protector Público Kasama: Área de Conservación y Uso Sustentable.
	Todos los bordes del Bosque Protector Público Kasama.		Borde Oeste: Calle Franklin Pallo Pallo.
	Borde Norte: Calle Los Ceibos.		Borde Este: Avenida Kasama.
	Borde Sur: Propiedad privada.		










Fuente: (GAD Provincial y GAD Municipal, s.f.). Elaboración: Propia, 2023.










Tabla 53. Adaptación de los factores más influyentes en el borde del Bosque Protector Público Kasama, a partir de la investigación de Díaz Martín










Factor	Siglas y denominación	Descripción	Conclusiones	Nivel
Fuerzas motrices	FM1: Expansión urbana	Expansión urbana alrededor del bosque.	La rápida expansión urbana se ve potenciada por la localización del bosque dentro de un puerto terrestre.	
			El predominio de asentamientos humanos extensivos de baja densidad, han influido en la expansión de la mancha urbana.	
			La localización del bosque en la parte central de una de las zonas destinadas a vivienda de densidad alta, aumentará la presión para su conservación.	
			La inexistencia de un área de amortiguamiento alrededor del bosque reduce su nivel de protección.	
	FM2: ACUS	Integración del bosque dentro de las Áreas de Conservación y Uso Sustentable del Ecuador.	La conservación de la biodiversidad es su objetivo principal; por lo que, se fomentan las actividades consideradas sustentables, de forma que se garantice el mantenimiento de los servicios ecosistémicos para beneficio de la población.	
			El ACUS ofrece oportunidades para la investigación y monitoreo de los recursos existentes, educación ambiental, aprovechamiento y turismo sostenible.	
			Al área del bosque se le ha asignado un tratamiento urbanístico de conservación, al ser catalogado como suelo de protección.	
		Aprovechamiento insostenible de los	La provincia se destaca por su alto nivel de ganadería, actividad que produce GEI y que requiere altos niveles deforestación.	











	FM3: Utilización de los recursos naturales	recursos naturales en la provincia.	La provincia forma parte de dos de las regiones naturales del Ecuador que cuentan con mayores niveles de deforestación (de 52,1% hasta el 74,1%) por causas antrópicas, lo que evidencia una deficiente gestión para conservarlos.	
			En la ciudad existen 8 bosques urbanos, que representan el 1,2% del área total de la ciudad, contribuyendo al déficit de área verde.	
	FM4: Cambio climático	Variación del clima por factores antropógenos.	El incremento de los GEI en la atmósfera como vapor de agua, dióxido de carbono, metano, halocarbonos, óxido nitroso y ozono, ocasionado por la actividad humana irresponsable.	
			En la costa ecuatoriana se registra un aumento del 33% de las precipitaciones y un 0,6% de la temperatura media.	
Presiones	P1: Invasiones ilegales	Ampliaciones de viviendas dentro del área comprendida por el bosque.	La realización de construcciones en el suelo perteneciente al bosque por parte de propietarios de los lotes contiguos, deteriora el ecosistema.	
	P2: Manejo de residuos y desechos	Botaderos ilegales de basura alrededor del bosque.	La contaminación y soterramiento de los ríos, así como su funcionamiento como botaderos ilegales de basura, ocasiona la pérdida de múltiples servicios ecosistémicos.	
			En el borde oeste se encuentran montículos de materia orgánica e inorgánica que contaminan el suelo y el agua. Presencia particular de escombros de construcciones.	
P3: Vocación del suelo	Proyección urbana del sector.	El sector forma parte de la centralidad de equipamientos C5; por lo que, se proyecta una ocupación de población joven y adulta, por su vocación comercial, educativa y recreativa.		










	P4: Cacería y tala ilegal	Caza y tala no autorizada dentro del bosque.	El ingreso no autorizado de personas al bosque, donde cazan animales y cortan árboles para su comercialización,	
	P5: Principales condiciones ambientales que influyen en la regulación del clima	Temperatura, precipitación, humedad, frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos que modifican el microclima del bosque.	La temperatura anual de 21°C a 31°C, la nubosidad de hasta el 52%, la humedad relativa máxima del 88%, la velocidad promedio del viento de 9,4 kilómetros km/h, permiten el desarrollo de diversas especies y apoyan el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.	
			En Santo Domingo de los Colorados llueve durante todo el año, lo que permite el mantenimiento del manto acuífero y la vegetación.	
			La ciudad se localiza dentro del nivel térmico 2 del piso ZT5 (Zona Térmica 5); que combinado con otros factores climáticos prevé de complejas condiciones para lograr el confort térmico.	
Estados	E1: Biodiversidad	Variabilidad de la diversidad, tanto en composición como en abundancia.	El bosque cuenta con una diversidad alfa, con una alta variedad de especies de flora y fauna, por formar parte de las regiones del Bosque Húmedo Tropical del Chocó y del Bosque Piemontano Occidental.	
			En su interior se encuentra el vivero forestal provincial, facilitando la reforestación.	
			El empleo de palmeras de gran altura y de pequeña copa en la vía pública no brindan protección solar.	
			En el sector no se encontraron especies de arbolado mediano ni grande, que puedan aportar un mayor grado de sombra para el confort térmico.	
			La vegetación existente aporta al secuestro de carbono para la mitigación de los efectos del cambio climático.	












	E2: Servicios ecosistémicos y paisaje	Conservación inalterada del paisaje y de los servicios ecosistémicos del bosque y sus bordes.	El déficit del 94% de áreas verdes en la ciudad, dificulta la regulación del clima y el esparcimiento de la población.	
			La calidad del agua de las quebradas se ve alterada por la basura que se deposita en sus lechos.	
	E3: Calidad ambiental	Características de los diversos factores ambientales que inciden en el bosque y sus bordes.	Al día se presentan en promedio 12 horas calurosas, especialmente de las 09h00 a las 22h00, lo que denota la necesidad de elementos de protección solar. Además, el sol permanece visible el 50% de las horas del día, fomentado el desarrollo de diversas actividades e influyendo en el comportamiento de las especies de flora y fauna.	
			El cielo permanece despejado o parcialmente nublado entre el 50% y el 88%; lo que fomenta el desarrollo de actividades al aire libre.	
			La presencia de bruma y neblina en la época seca, aporta al mantenimiento de la vegetación.	
			El predominio de suelos francos con altos niveles de retención de agua es ventajoso para el desarrollo de la vegetación.	
			Los 257 ríos del municipio apoyan el crecimiento de la vida y el ciclo del agua para la regulación del clima.	
	E4: Conectividad	Continuidad entre hábitats, ecosistemas y paisajes en el bosque y sus bordes.	Las quebradas apoyan el mantenimiento de los servicios ecosistémicos en cierta medida, pues una parte de su recorrido se encuentra en estado natural; mientras que algunos tramos han sido soterrados para la creación de calles, perdiendo su continuidad.	
			Las especies de mayor porte se localizan en el boulevard central de las vías colectoras, limitando su acceso a los peatones.	

E5: Estructura urbana	Características de los diferentes elementos urbanos que conforman los bordes y sus alrededores.	El predominio de mesetas bajas, con pendientes desde el 12 al 40%, facilita la extensión de la mancha urbana y la proyección de infraestructura verde-azul, especialmente de las de tipo lineal.	
		En el sector hay diversos equipamientos recreativos, deportivos y educativos, que no cuentan con la infraestructura necesaria para responder al rol de centralidad otorgada.	
		El borde oeste presenta una imagen urbana bastante degradada por la basura, la falta de revestimiento y alumbrado público.	
		En el PUGS se admiten edificaciones amigables con el ambiente dentro de bosque; tecnologías alternativas no contaminantes; jardín botánico, museo etnográfico, senderos naturales, miradores, fuentes de agua.	
		Dentro del área del bosque el suelo comercial y residencial es considerado incompatible, contribuyendo a su conservación.	
		La altura de hasta 4 pisos para las viviendas, permite que no se obstruya en gran medida el campo visual.	
		La parada de buses urbanos a 300m del bosque y un Corredor de Actividades Múltiples a 470m, apoyan la conectividad del sector.	
		Los bordes este y norte presentan un déficit de superficie permeable; por tanto, debería ser priorizada su atención.	
		Un fragmento del borde este presenta revestimientos 100% impermeables en la calle, posibilitando estancamientos de agua o inundaciones durante los meses de mayores precipitaciones.	

Impactos	I1: Alteración de la calidad ambiental	Modificación de los atributos naturales en el bosque y sus bordes.	La impermeabilización del suelo, el deficiente diseño del drenaje pluvial, el soterramiento y contaminación de las quebradas impiden la correcta filtración y conducción del agua en el suelo, aumentando la probabilidad de ocurrencia de inundaciones.	
			Los contaminantes que percibe el suelo por la acumulación de basura en algunas áreas, posibilita su desertificación.	
	I2: Reducción de los recursos naturales	Disminución de la cantidad de los recursos naturales en el bosque y sus bordes.	La pérdida de los servicios ecosistémicos aumenta la inestabilidad del clima local.	
	I3: Variación en la composición de los hábitats, ecosistemas y paisajes	Modificación de la composición de los hábitats, ecosistemas y paisajes en el bosque y sus bordes.	La proyección de uso residencial de densidad alta alrededor de todo el bosque, podría aumentar las invasiones que se producen en el bosque.	
			La reducción del área disponible para refugio, posiblemente contribuye al aumento de la migración de especies animales.	
	I4: Variación de la biodiversidad	Disminución de los niveles de biodiversidad en el bosque y sus bordes.	En el bosque habita el perico caretirrojo, especie clasificada como “En peligro” en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN; por lo que, es urgente la conservación de su hábitat.	
	I5: Alteración de la conectividad	Modificación de la conectividad existente entre los hábitats, ecosistemas y paisajes en el bosque y sus bordes.	No se encontraron especies de arbolado mediano ni grande, que den amplitud a la percepción visual de verde por parte del peatón.	
			El volumen de copas que resulta muy inferior al volumen del campo visual; por lo que, la percepción es muy insuficiente en todos los bordes.	
	I6: Isla de calor urbana	Aumento de los efectos de la isla de calor urbana.	Las temperaturas combinadas con la humedad, generan disconfort térmico, aumentando el efecto isla de calor.	

			El ángulo del sol sobre el horizonte se presenta a 80° como máximo, disminuyendo la proyección de sombra del arbolado.	
			La velocidad del viento no logra desplazar las masas de aire caliente de la ciudad, aumentando los efectos de la isla de calor urbana.	
			La energía solar combinada con la humedad puede ser perjudicial para la salud del ser humano, pues el cuerpo no logra liberar toda la energía acumulada, ocasionado disconfort térmico.	
			La obstrucción de la radiación solar es del 0%, lo que no permite la disminución de las temperaturas radiantes sobre el espacio público.	
			En el sector no se encontraron especies de arbolado mediano ni grande, que pueden apoyar un mayor grado de sombra para el confort térmico.	
			La superficie obstruida por la sombra alcanza un 0,62% para todo el sector, lo que resulta ser insuficiente para la disminución de la temperatura percibida en la calle.	
	17: Variaciones en la infraestructura disponible	Modificación de la operatividad de la infraestructura disponible en el bosque y sus alrededores.	Las precipitaciones representan una carga para los drenajes pluviales que resultan ser insuficientes, generando encharcamiento o inundaciones.	
			La constante humedad deteriora las edificaciones.	
			Los peatones deben circular por el área de rodamiento de los vehículos, debido a la poca presencia de aceras en el sector, poniendo en riesgo su seguridad.	
			En general, el sector cuenta con un IBS superior al mínimo establecido, debido a que la mayoría del área vial no presenta revestimiento.	

			El borde oeste cuenta con un mayor nivel de permeabilidad (37,23%), permitiendo el crecimiento de la vegetación y la filtración de las aguas superficiales.	
			La percepción de la proporción de la altura de las edificaciones y la distancia entre dos fachadas ha dado un excelente resultado en todo el sector; por lo que, existe un nivel importante de apertura de vista al cielo debido a que la zona residencial todavía no se ha consolidado y no se ha empleado el máximo de altura permitida, alcanzando un 100% de cobertura de acuerdo al requerimiento mínimo establecido de PRca.	
Respuestas	R1: Evaluación ambiental	Caracterización de aspectos y variables ambientales fundamentales del bosque y sus bordes.	El desarrollo de investigaciones para la ampliación de la información disponible.	
			El análisis de la captura y almacenamiento de CO2 del bosque y sus bordes.	
	R2: Política pública	Las acciones desde todos los niveles deben ir encaminadas a apoyar el carácter del ACUS.	Una estrategia para la conservación de la biodiversidad.	
			Un marco para la gestión del agua.	
			Una política sectorial sobre cambio climático.	
			La aplicación de políticas medioambientales.	
			Los sistemas de certificación medioambiental para el sector privado.	

			La ampliación de restricciones dentro del bosque y sus alrededores por medio del cambio de uso de suelo del PDOT y el PUGS.	
			El plan para la recuperación de especies.	
			Las restricciones de acceso dentro del bosque.	
			Las reducciones de las emisiones de GEI.	
			Los acuerdos con voluntarios y la integración de organizaciones no estatales.	
	R3: Infraestructura verde-azul	Dotación de instalaciones para el funcionamiento del bosque y sus bordes.	Se contempla la construcción de un Centro de interpretación Turístico – Ambiental dentro del bosque.	
			El empleo de elementos de protección solar.	
			La utilización de materiales y tecnologías alternativas.	
			La dotación de puentes para restaurar la conectividad de las quebradas.	
			El mejoramiento de la resiliencia de los ecosistemas a partir del empleo de infraestructura verde-azul.	
			El tratamiento de agua de las quebradas para mejorar su calidad.	

Fuente: (Díaz, 2015; Kristensen, 2004; Moss, s.f.). Elaboración: Propia, 2023.

11. ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO DE BORDE DEL BOSQUE PROTECTOR PÚBLICO KASAMA: ENTRE LO NATURAL Y LO URBANO.

Como se ha apreciado en el apartado del diagnóstico, los bordes del Bosque Protector Público Kasama se desarrollan bajo diversos componentes ambientales y antrópicos, que influyen en el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, ya sea de forma positiva (+) o negativa (-).

En la búsqueda de hacer frente a las fuerzas motrices, presiones, estados e impactos, que pueden ser modificados a partir de respuestas ligadas a los servicios ecosistémicos de regulación del clima, se han identificado dos lineamientos base:

- 1. Un borde con infraestructura de calidad, sustentable y comfortable.**
- 2. Un borde con un hábitat biodiverso, conectado y resiliente.**

Para lograr esta visión se parte de diversas estrategias generales que podrán ampliarse en otras investigaciones, planes o proyectos enfocados en el sector de estudio, pues estas estrategias permitirán ampliar los beneficios de regulación del clima que se producen dentro del bosque hacia los bordes y sus alrededores, mientras los bordes tratados dan soporte al mantenimiento de los servicios de esta ACUS, creando beneficios mutuos entre ambos entornos.

Como se observa en la figura 97, se han identificado los 5 principales objetivos propositivos para lograr estos lineamientos, que en conjunto promueven un borde potenciador de los servicios ecosistémicos de regulación del clima.

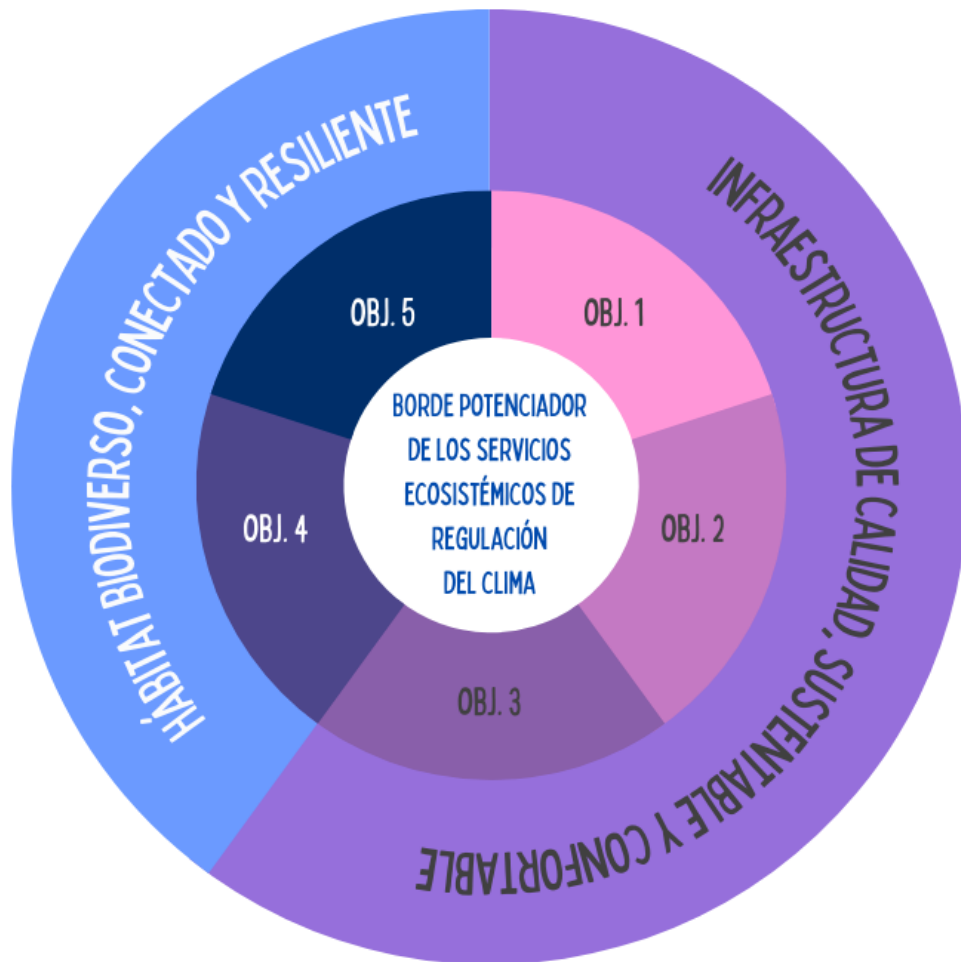





























Figura 96: Lineamientos base para la intervención en el área de estudio.

Elaboración: Propia, 2023.

Además, se presentan los objetivos en relación directa con el equilibrio de los ecosistemas (↻) y otros que son complementarios (➔), así como el borde donde se debería aplicar cada estrategia.

Tabla 54. Objetivos de propuesta, criterios y estrategias generales como respuesta a los escenarios actuales

Escenario actual	Objetivo de propuesta	Criterio	Estrategia general	Lineamientos			
				Infraestruct.	Hábitat		
Obstrucción del curso de dos quebradas con relleno de tierra para dar continuidad a la vía del borde oeste.	Obj. 1: Restituir el ciclo hidrológico de las quebradas.		Manejo de residuos y desechos		Recuperación de la función de conducción, detención e infiltración de las quebradas, por medio de la eliminación de los desechos que obstruyen su cauce natural.		
			Vegetación		Fitorremediación por medio de plantas vasculares para mejorar la calidad del agua, suelo y aire en las zonas de las quebradas con mayores niveles de contaminación.		
			Circulación vehicular		Reposición de la cobertura vegetal original de las quebradas con especies nativas.		
			Implementación de puentes para la conexión de las vías.				
Bajo confort térmico por las condiciones de temperatura, humedad, precipitaciones, vientos y nubosidad, que aumentan los efectos de la isla de calor urbana.	Obj. 2: Regular el microclima.		Temperatura ambiente		Aumento de las superficies de evapotranspiración, por medio del manejo de las quebradas como infraestructura verde-azul.		
			Aumento de la densidad arbórea que permita un mayor nivel de absorción de calor del entorno construido; así como, el de secuestro de carbono en la vegetación y el suelo.				
			Aumento de la densidad foliar para la regulación de la temperatura ambiente.				
			Diversificación de estratos vegetales que contribuyan a la disminución de la temperatura: arbóreo, arbustivo, subarbustivo, herbáceo, muscinal, escandente y epifítico.				
			Proporcionalidad del diseño de los espacios verdes para optimizar las corrientes de aire.				
			Empleo de materiales termoaislantes y de colores claros en las zonas de circulación para la reducción de la temperatura vial.				
			Incidencia solar		Implantación de especies de hoja perenne, de forma que la sombra se mantenga durante el transcurso del tiempo.		
			Aumento de la densidad foliar y/o empleo de árboles de copa grande para ampliar la proyección de sombra propia y arrojada.				
Incorporación de estaciones de protección solar para peatones con infraestructura verde-gris.							

					Regulación en la disposición del arbolado urbano para lograr recorridos confortables y continuos.			
					Generación de agrupaciones de vegetación en los espacios más amplios, para la creación de zonas de descanso.			
				Precipitaciones	Permeabilización de las zonas de circulación, por medio del uso de materiales que permitan la filtración de las aguas al suelo y mantengan su humedad.			
					Aumento de la densidad foliar para mayor detención de las aguas lluvia.			
					Estratificación vegetal para generar un aumento de la superficie de detención e infiltración de escorrentías.			
					Incorporación de estaciones de protección de lluvia para peatones con infraestructura verde-gris.			
					Humedad	Implantación de especies arbustivas que absorban la humedad.		
				Uso de materiales alternativos con el medio ambiente y de alta resistencia a la humedad.				
Déficit de revestimiento, espacios para peatones, señalización, alumbrado público, drenajes pluviales, arbolado y mobiliario urbano en la mayoría de las vías.		Obj. 3: Mejorar la continuidad, seguridad y confort de la movilidad peatonal.		Drenaje pluvial	Implementación de infraestructura verde, azul y gris para el manejo de las descargas pluviales, que mejoren la conducción e infiltración del agua lluvia y el confort del espacio transitable.			
				Circulación	Priorización del espacio de circulación peatonal para aumentar la accesibilidad al sector.			
					Incorporación de ciclovías para fomentar el uso del transporte sostenible y su consecuente disminución de GEI.			
				Revestimiento	Empleo de materiales permeables o semipermeables en las zonas de circulación para la disminución de la escorrentía.			
					Eliminación de revestimientos impermeables siempre que sea posible, para el mejoramiento del índice biótico del suelo.			
				Redes	Instalación de redes de alumbrado público, agua potable y aguas servidas previo al revestimiento de las vías.			
Mobiliario urbano	Empleo de mobiliario urbano sostenible.							
Alta pérdida de especies, por formar parte de las regiones naturales más deforestadas del Ecuador.		Obj. 4: Aumentar el hábitat y la conectividad entre los ecosistemas.		Hábitat	Estratificación vertical de las especies vegetales para el aumento de su capacidad de acogida de fauna.			
					Implantación de especies vegetales atractoras de fauna nativa, migratoria o que figuran en la Lista Roja de la UICN.			
					Recuperación de las quebradas para potenciar la regeneración natural de la biodiversidad.			

				Aceras	Ampliación de las aceras con elementos de vegetación, imitando los paisajes naturales.			
				Equipamientos	Implementación de equipamientos con infraestructura verde-azul dentro del sector.			
				Calles	Ampliación de la cobertura vegetal en las calles aledañas del sector que mejoren la conectividad ecológica.			
					Generación de agrupaciones vegetales en zonas estratégicas del sector de influencia para conectar el borde con otras áreas verdes protegidas, reforzando la seguridad durante la migración de las especies.			
Invasiones residenciales en el borde sur, que se maximizará a partir de la densidad residencial alta contemplada para toda zona alrededor del bosque.		Obj. 5: Disminuir los impactos de las zonas residenciales alrededor del bosque.		Diseño	Proyección de proyectos que eviten diseños con geometría de cañón urbano.			
				Vegetación	Estimulación del empleo de infraestructura verde en el área privada, de forma que se extiendan sus servicios ecosistémicos.			
					Promoción de la conservación de espacios verdes en terrenos privados.			

Elaboración: Propia, 2023.

12. CONCLUSIONES

El Bosque Protector Público Kasama de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados es una de las áreas verdes más importantes de la provincia; ya que, por su alto nivel de biodiversidad y su capacidad de proveer múltiples servicios ecosistémicos, ha sido declarado como Área de Conservación y Uso Sustentable.

Las condiciones que actualmente apoyan la prestación de estos servicios son:

- ✓ **Características ambientales favorables al desarrollo de la biodiversidad.** El tipo de suelo, la topografía, los niveles de temperatura, la nubosidad, la humedad relativa y la velocidad de los vientos, resultan beneficiosos para el mantenimiento estos los ecosistemas, donde se desarrolla una alta variedad de especies de flora y fauna. Algunas especies de aves migratorias y/o en peligro encuentran refugio en este bosque.
- ✓ **Integración del bosque dentro de las Áreas de Conservación y Uso Sustentable del Ecuador (ACUS).** Este carácter implica el fomento de actividades sustentables dentro del bosque, de forma que se conserve su biodiversidad.

Estas características permiten que el sector acceda a múltiples beneficios, entre los que figuran los servicios de regulación del clima y el mantenimiento de la biodiversidad, que mejoran las condiciones de confort térmico a las que se ve sometida la población y que son exacerbadas por los efectos del cambio climático.

Si bien el Bosque tiene un mayor impacto positivo por su alta capacidad de brindar servicios ecosistémicos, es necesario expandir estos beneficios al espacio público, por medio del tratamiento de sus bordes.

Sin embargo, estos bordes se encuentran en una situación de vulnerabilidad debido a diversas presiones ambientales, entre las que figuran:

- ✓ **Características ambientales.** Clima tropical húmedo, con altos niveles de variabilidad, que acumulan la humedad y la energía solar, lo que resulta perjudicial para el confort térmico de las personas y el mantenimiento de la infraestructura gris.
- ✓ **Eventos climáticos producto del calentamiento global.** Altos niveles de deforestación por causas antrópicas y desarrollo de actividades que aumentan la producción de gases de efecto invernadero, lo que deriva en el aumento de las probabilidades de enfrentar perturbaciones climáticas extremas como sequías y/o inundaciones.
- ✓ **Expansión urbana.** Inexistencia de un área de amortiguamiento y proyección de densidad habitacional alta para sector, que aumentan la presión sobre el Bosque, especialmente en las propiedades limítrofes, donde se realizan invasiones ilegales que modifican el límite de las propiedades y aumentan la pérdida de biodiversidad y la degradación de los suelos. Así como, las diferencias en el tratamiento del suelo del bosque entre el gobierno cantonal y provincial, que dificultan la selección de las mejores alternativas de manejo.
- ✓ **Déficit y mala calidad de espacios peatonales.** Calles con suelos permeables y semipermeables; así como, déficit de aceras, señalización, alumbrado público, arbolado y mobiliario, generando dificultades de circulación para los peatones.
- ✓ **Mala gestión de los desechos y residuos.** Depósitos ilegales de basura orgánica e inorgánica en el sector, que generan gases de efecto invernadero y que deterioran el suelo.

- ✓ **Mal manejo del agua.** Soterramiento de las quebradas, dando lugar a la contaminación del manto acuífero superficial y subterráneo, el deterioro del suelo, la pérdida de especies, etc.; que se ven intensificados por haberse convertido en depósitos ilegales de basura.

Estos elementos generan variaciones o desequilibrios en los ecosistemas que conforman los bordes, disminuyendo su capacidad de regular el clima y de conservar la biodiversidad.

Por lo que, si bien la respuesta a estas presiones depende en primera instancia de la política, gestión y administración pública, esta investigación aporta estrategias generales de diseño para conservarlos y potenciarlos en correspondencia a las presiones y problemáticas, como las que se describen a continuación:

- ✓ **Implementación y potenciación de infraestructura verde y azul para la regulación del clima.** Entre estas se destacan:
 - A. Restitución de drenajes naturales, por medio de la liberación del cauce de las quebradas existentes, la eliminación de los desechos, la reposición de la cobertura vegetal nativa y el empleo de especies vegetales para fitorremediación, que permitan su restauración ecológica.
 - B. Aumento de las superficies de evapotranspiración, de proyección de sombra y de absorción de gases de efecto invernadero, a través del aumento de la densidad arbórea y foliar, diversificación de los estratos vegetales, y reforestación con especies nativas, de copa grande y hoja perenne, que reduzcan los niveles de temperatura y apoyen el proceso de detención e infiltración del agua.
 - C. Permeabilización de suelo, por medio de la utilización de materiales que apoyen la infiltración de las aguas, para la

disminución de la escorrentía y el mantenimiento de la humedad del suelo.

D. Regulación de la disposición del arbolado urbano a lo largo de las vías para generar recorridos continuos y más confortables; así como, su concentración en los espacios más amplios para generar zonas de descanso.

E. Implementación de infraestructuras verdes y azules para la detención, conducción e infiltración de las escorrentías como cunetas verdes, fosas para árboles, jardines de lluvia, etc. que disminuyan la carga de los sistemas tradicionales.

✓ **Implementación y potenciación de infraestructura verde y azul para mejorar la calidad del hábitat y la conectividad entre los ecosistemas.**

Adicional a los lineamientos descritos anteriormente que repercuten en igual medida en la conservación del hábitat, se pueden mencionar de forma particular las siguientes estrategias:

A. Estratificación de las especies vegetales y empleo de especies atractoras de fauna nativa, migratoria y/o en peligro, para el aumento de la capacidad de acogida.

B. Implementación de agrupaciones vegetales y regulación de la disposición del arbolado, para mejorar la conectividad ecológica.

✓ **Diseño urbano-arquitectónico favorable a la conservación de los servicios ecosistémicos y el confort térmico.** En este aspecto figuran:

A. Optimización de la proporción de los espacios verdes, para mejorar los flujos de las corrientes de aire.

- B. Empleo de materiales termoaislantes y de colores claros, para disminuir la temperatura vial.

 - C. Priorización de los espacios de circulación de peatones y ciclistas, por medio de la ampliación de las aceras, utilización de revestimientos permeables, empleo de mobiliario urbano alternativo, implementación de estaciones de protección solar o de precipitaciones, instalación de redes de alumbrado público etc. para el fomento de la movilidad sostenible y la reducción de los GEI.
- ✓ **Estimulación del verde en la propiedad privada.** Fomento de la conservación de las áreas verdes en la propiedad privada; así como, la aplicación de infraestructura verde y el respeto de la propiedad pública.

Al concretar la aplicación de estas estrategias, será posible obtener un borde con infraestructura de calidad, sustentable y confortable, y con un hábitat diverso, conectado y resiliente, a partir de los servicios ecosistémicos que provee la naturaleza.

13. RECOMENDACIONES

Considerando el alcance de esta investigación, se sugieren las siguientes recomendaciones a nivel de gestión y/o de investigación:

- ✓ Revisión de la aplicación de multas a propietarios de construcciones y vehículos que depositen basura en el sector.
- ✓ Revisión de la aplicación de multas a personas naturales o jurídicas que construyan dentro del área del bosque.
- ✓ Evaluación de la factibilidad de la reducción de la edificabilidad hasta 2 pisos para mejorar el flujo de las corrientes de aire y desincentivar construcciones en el sector, por medio de la actualización del PUGS de Santo Domingo.
- ✓ Evaluación de factibilidad de la reducción de la densidad habitacional a un nivel bajo en todas las áreas residenciales alrededor de 100m del perímetro del bosque para aumentar la protección a la biodiversidad, por medio de la actualización del PUGS de Santo Domingo.
- ✓ Manejo del sector a partir de la definición del bosque como Área de Conservación y Uso Sustentable, respetando el patrimonio natural y la jerarquía del ordenamiento jurídico del Ecuador.
- ✓ Desarrollo de un plan maestro del sector a partir de las estrategias establecidas.
- ✓ Desarrollo de una política pública sectorial sobre el cambio climático.
- ✓ Aumento de la vigilancia ambiental, para la protección de las especies vegetales y animales.
- ✓ Investigación sobre la optimización de especies de árboles en el espacio público.
- ✓ Investigación sobre las especies migratorias en peligro que alberga el bosque para la creación de corredores ecológicos que apoyen su movilidad de forma segura.
- ✓ Investigación sobre la capacidad de procesamiento y almacenamiento de gases de efecto invernadero del bosque y sus bordes.

- ✓ Fomento de acciones a nivel medioambiental por parte del sector privado y la comunidad.

14. BIBLIOGRAFÍA

Adaptation Community (2022). *Adaptación basada en ecosistemas*. Recuperado de: <https://www.adaptationcommunity.net/ecosystem-based-adaptation/>

APGRE & GIZ. (2020). *Construcción colaborativa de una Agenda Ciudadana de Desarrollo con enfoque en gestión de riesgos y cambio climático*. Quito, Ecuador. Recuperado de: https://www.bivica.org/files/5692_Agenda%20Ciudadana.pdf

Architecture Board (2018). *Parklet espacios públicos que recuperan el entorno*. Recuperado de: <https://architectureboard.wordpress.com/2018/07/27/parklet-espacios-publicos-que-recuperan-el-entorno/>

Áreas Protegidas Locales (2020). *Hitos de la consolidación del Sistema Nacional Ecuatoriano de Áreas Protegidas*. Recuperado de: <https://aplocales.org/proyecto-aplocales/ecuador/>

Argos 360 (s.f.). *Preguntas frecuentes sobre el concreto permeable*. Recuperado de: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/preguntas-sobre-concreto-permeable/>

Ayuntamiento de Sevilla (2008). *Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla*. Recuperado de: <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0681581.pdf>

Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz (2010). *Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz*. Recuperado de: <https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/89/14/38914.pdf>

Banco Interamericano de Desarrollo (2021). *Infraestructura verde Urbana I: Restos, oportunidades y manual de buenas prácticas*. Recuperado de:

<https://publications.iadb.org/es/infraestructura-verde-urbana-i-retos-oportunidades-y-manual-de-buenas-practicas>

Becker, M. (2012). *Parque urbano. Umbral de la ciudad y el territorio*. Recuperado de: http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-1000/UCF1005_01.pdf

Bernal, J. (2021). *5 miradores para perderse en la hipnotizante CDMX*. Recuperado de: <https://mexicotravelchannel.com.mx/servicios/20210320/miradores-para-perderse-hipnotizante-cdmx/>

BirdLife International (2020). *Pyrrhura orcesi*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020*. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T22685851A181549899.en>

Calles, E. (2015). *Recuperación de espacios residuales, Polanco*. Recuperado de: <http://www.burovarquitectos.com/new-gallery-74>

Carrasco, A., Nugra, F., Sánchez, J. y Montesinos, K. (2013). *Catálogo de animales del Bosque Kasama, Santo Domingo de los Tsáchilas - Ecuador*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/329116567_CATALOGO_DE_PLANTAS_DEL_BOSQUE_KASAMA_Santo_Domingo_de_los_Tsachilas_-_Ecuador

Castro, B., Chevalier, O. y Cordero, H. (12 de abril de 2022). *Infraestructura verde urbana: una solución a los retos climáticos*. *Blog del Banco Interamericano de Desarrollo*. Recuperado de: <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/infraestructura-verde-urbana-cambio-climatico/>

Centro de investigaciones CIUDAD (1992). *Santo Domingo de los Colorados. Los desajustes del crecimiento*. Recuperado de:

https://biblio.flacsoandes.edu.ec/shared/biblio_view.php?bibid=115216&tab=opac

CEPAL (2020). *La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en el nuevo contexto mundial y regional: escenarios y proyecciones*. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45336/6/S2000208_es.pdf

CEPAL (2014). *Procesos de adaptación al cambio climático Análisis de América Latina*. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37613/1/S1500005_es.pdf

CIDEU (2020). *El Plan Verde y los Corredores Verdes*. Recuperado de: <https://www.cideu.org/proyecto/el-plan-verde-y-los-corredores-verdes/>

Cities4Forests (2019). *Urban Forests for Healthier Cities: Policy, Planning, Regulations, and Institutional Arrangements*. Recuperado de: <https://cities4forests.com/wp-content/uploads/2020/06/C4F-Urban-Forests-for-Healthier-Cities.pdf>

City of Portland Environmental Services (s.f.). *Stormwater Solutions Handbook*. Recuperado de: <https://nacto.org/wp-content/uploads/2012/06/City-of-Portland-Bureau-of-Environmental-Services.-2004.Stormwater-Solutions-Handbook..pdf>

Ciudades verdes (2021). *Qué es la infraestructura azul y cuáles son sus beneficios*. Recuperado de: <https://ciudadesverdes.com/que-es-la-infraestructura-azul-y-cuales-son-sus-beneficios/>

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. & Maginnis, S. (2016). *Nature-based solutions to address social challenges*. Gland, Switzerland. Recuperado de: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-036.pdf>

Conama (2020). *Informe de Situación de Soluciones basadas en la Naturaleza en España*. Recuperado de: <http://www.fundacionconama.org/wp-content/uploads/2021/01/Informe-de-situacion-SbN-en-Espanav2020.pdf>

Córdova, A. (2017). *Introducción a la infraestructura verde y sus beneficios*. Recuperado de: <https://www.nadb.org/uploads/cocef/content/images/0-greenforum/cuarto%20ffiv/ana%20cordova%20-%20beneficios%20de%20la%20infraestructura%20verde.pdf>

CREAF (26 de febrero de 2016). *¿Qué son los servicios ecosistémicos? CREAM Blog*. <https://blog.creaf.cat/es/conocimiento/que-son-los-servicios-ecosistemicos/>

Dávila, N. (s.f.). *El modelo DPSIR como propuesta metodológica de análisis territorial. El ejemplo del área funcional de Donostialdea - Bajo Bidasoa (Gipuzkoa)*. Gobierno Vasco. Recuperado de: <https://addi.ehu.es/handle/10810/53417?locale-attribute=en>

Díaz, D. (2015). *Aplicación de las metodologías DPSIR, ANP y ARS en el manejo y conservación del Parque Nacional Waraira Repano, Venezuela*. Universidad Politécnica del Valencia. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=100268>

Dige, G. (11 de mayo de 2021). *Infraestructura verde: una vida mejor mediante soluciones naturales*. Agencia Europea del Medio Ambiente. Recuperado el 5 de octubre de 2022 de: <https://www.eea.europa.eu/es/articles/infraestructura-verde-una-vida-mejor>

Diputación de Málaga (2021). *Guía para la aplicación de soluciones basadas en la naturaleza en la Provincia de Málaga*. Recuperado de: https://www.malaga.es/es/turismo/publicaciones/lis_cd-16413/guia-para-la

aplicacion-de-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-en-la-provincia-de-malaga

Eaton, P. (2015). *Borde, acción y tratamiento urbano. Una visión sistémica para los espacios borde en la ciudad de Medellín*. Recuperado de: http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-8500/UCE8992_01.pdf

European Commission (2016). *Policy topics: nature-based solutions*. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/research/environment/index.cfm?pg=nbs>. Accessed 11 Sept 2016

FAO (2022). *Servicios ecosistémicos y biodiversidad*. Recuperado de: <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>

FAO y PNUMA 2020. *El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas*. Recuperado de: <https://doi.org/10.4060/ca8642es>

Franco, L. y Rosado, A. (2022). *Establecimiento de medidas de conservación para especies forestales en el Bosque Kasama de la Provincia de Santo Domingo aplicando índices de biodiversidad*. Recuperado de: <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1893>

Ganzenmüller, A., F. Cuesta-Camacho, M. Riofrío, C. González y F. Baquero. (2010). *Caracterización ecosistémica y evaluación de efectividad de manejo de los bosques protectores y bloques del Patrimonio Forestal ubicados en el sector ecuatoriano del Corredor de Conservación Chocó-Manabí*. Recuperado de: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56364.pdf>

GIZ (2021). *Guía de recomendaciones para el diseño de espacios públicos con soluciones basadas en la naturaleza*. Recuperado de: <https://www.bivica.org/file/view/id/5840>

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo (2020). *Actualización del Plan de desarrollo y ordenamiento territorial y formulación del plan de uso y gestión del suelo del cantón Santo Domingo*. Recuperado de: http://gobiernoabierto.santodomingo.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/PDOT-GADMSD_compressed1.pdf

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santo Domingo (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. PDOT 2030*. Recuperado de: [https://www.santodomingo.gob.ec/docs/transparencia/2018/05-Mayo/Anexos\(s\)/PDOT%202030/PDOT%202030%20SANTO%20DOMINGO.pdf](https://www.santodomingo.gob.ec/docs/transparencia/2018/05-Mayo/Anexos(s)/PDOT%202030/PDOT%202030%20SANTO%20DOMINGO.pdf)

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas (2021). *Ordenanza de creación del sistema provincial de áreas de conservación de Santo Domingo de los Tsáchilas*. Recuperado de: <https://www.gptsachila.gob.ec/documentosInstitucion/ordenanzas/ORDENANZA%202021.pdf>

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santo Domingo de los Tsáchilas (2020). *Ordenanza de creación del área de conservación y uso sustentable provincial Parque Kasama*. Recuperado de: <https://www.registroficial.gob.ec/index.php/registro-oficial-web/publicaciones/ediciones-especiales/item/13284-edicion-especial-no-848>

Gobierno de España (s.f.). *Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas*. Recuperado de: <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0722854.pdf>

Guillén, V. (2014). *Metodologías de evaluación de confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador*. Universidad de Cuenca. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/308229797_Metodologia_de_evalu

acion_de_confort_termico_exterior_para_diferentes_pisos_climaticos_en_Ecuador

Iagua (2016). *Un novedoso tanque de biorremediación mitigará inundaciones en el campus de la UAEH*. Recuperado de: <https://www.iagua.es/noticias/mexico/dicyt/16/02/26/novedoso-tanque-biorremediacion-mitigara-inundaciones-campus-uaeh>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (15 de noviembre de 2007). *Aprovechamiento: Impacto y sustentabilidad*. INECC. Recuperado de: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/398/aldama.html>

Kristensen, P. (2004). *The DPSIR Framework*. National Environmental Research Institute, Denmark. Recuperado de: [http://fis.freshwatertools.eu/files/MARS_resources/Info_lib/Kristensen\(2004\)DPSIR%20Framework.pdf](http://fis.freshwatertools.eu/files/MARS_resources/Info_lib/Kristensen(2004)DPSIR%20Framework.pdf)

Lynch, K. (2008). *La imagen de la ciudad*. Recuperado de: <https://taller1smcr.files.wordpress.com/2015/06/kevin-lynch-la-imagen-de-la-ciudad.pdf>

Martínez, C. (2016). *7 ciudades que están transformando sus ríos en nuevos atractivos urbanos*. Recuperado de: <https://www.archdaily.cl/cl/793826/7-ciudades-que-estan-transformando-sus-rios-en-nuevos-atractivos-urbanos>

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España (2015). *Cambio Climático: Mitigación. Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC. Grupo de trabajo III*. Recuperado de: <https://fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/informacion-institucional/guiamitigacioncompleta.pdf>

- Mississippi Department of Marine Resources and Allen Engineering and Science (2017). *Green Infrastructure Toolbox*. Recuperado de: https://dmr.ms.gov/wp-content/uploads/2019/07/Updated_Green-Infrastructure-Chapter.pdf
- Moreland City Council (2017). *Urban Forest Strategy 2017-2027*. Recuperado de: <https://www.merri-bek.vic.gov.au/globalassets/areas/strategic-planning/urban-forest-strategy-2017.pdf>
- Nadja, K., Horst, K., Jutta, S. & Aletta, B. (2017). *Nature-based Solution TO Climate Change Adaptation in Urban Areas. Lonkages between Science, policy and Practice*. Recuperado de: <https://documentcloud.adobe.com/link/track?uri=urn%3Aaaid%3Aascds%3AUS%3Afd806370-1d9a-4e37-9b7f-e5e5f9669059#pageNum=1>
- ONU (2021). *Objetivos de Desarrollo Sostenible – ODS 15*. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/biodiversity/>
- Pineda, J. (s.f.). *Qué son los suelos francos*. Encolombia. Recuperado de: <https://encolombia.com/economia/agroindustria/agronomia/suelos-francos/>
- Revelo, N. (2017). *Diseño de una base de datos cartográfica del Bosque Protector “Kasama” de Santo Domingo de los Tsáchilas para su uso en un plan de manejo integral*. Recuperado de: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/20366>
- Rivera, L. (2014). *Los parques urbanos como indicadores de calidad de vida, símbolos de bienestar y espacios de uso recreativo: una investigación en Bucaramanga (Colombia)*. Universidad & Empresa. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1872/187241606008.pdf>
- Ron, S. (2020). *Regiones naturales del Ecuador*. BIOWEB. PUCE. Recuperado de: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales>

- Rueda, S. (2012). *Libro verde de sostenibilidad urbana y local en la era de la información*. Recuperado de: http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2013/11/Libro_Verde_Final_15.01.2013_tcm7-247905.pdf
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (2015). *Bosques Protectores. Ministerio del Ambiente*. Recuperado de: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/content/bosques-protectores>
- SuD Sostenible (2016). *Elementos de una calle verde: el arbolado*. Recuperado de: <http://sudsostenible.com/elementos-de-una-calle-verde-el-arbolado/>
- Sukhdev, P. (2014). *La economía de los ecosistemas y la biodiversidad (TEEB): servicios de abastecimiento, servicios de regulación, servicios de apoyo y servicios culturales*. Recuperado de: https://www.teebweb.org/wp-content/uploads/2015/02/Teeb-espanol-2015-final_3.pdf
- Transecto (2021). *¿Qué es la Infraestructura azul-verde?* Recuperado de: <https://transecto.com/2021/07/que-es-la-infraestructura-azul-verde/>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2012). *Adaptación basada en ecosistemas: una respuesta al cambio climático*. Recuperado de: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2012-004.pdf>
- UICN (2021). *Naturaleza 2030. Una naturaleza, un futuro*. Recuperado de: <https://portals.iucn.org/library/node/49287>
- UICN (2020). *Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza. Un marco sencillo para la verificación, el diseño y la extensión de SbN*. Primera edición. Gland, Suiza: UICN. Recuperado de: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-Es.pdf>

Urban Green-Blue Grids (s.f.). *Green facades*. Recuperado de:
<https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/green-facades/>

Urban Green-Blue Grids (s.f.). *Infiltration meadows and infiltration strips with above-ground storage*. Recuperado de:
<https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/infiltration-meadows-and-infiltration-strips-with-above-ground-storage/>

Urban Green-Blue Grids (s.f.). *Water-permeable pavements*. Recuperado de:
<https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/porous-paving-materials/>

Weatherspark (2022). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Santo Domingo de los Colorados*. Recuperado de:
<https://es.weatherspark.com/y/19366/Clima-promedio-en-Santo-Domingo-de-los-Colorados-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

15. ANEXOS

Anexo 1: Diseño de ficha de observación



Maestría Online de Urbanismo con Mención en Proyectos Urbanos enfocados al Cambio Climático
Ficha de Observación
Bordes de Bosque Protector Público Kasama

Observador:


Categorización del arbolado						Datos Generales	
Ejemplar	Diámetro de copa (m)	Altura del árbol (m)	Porte (und)			Ancho de la calle (m)	Fecha
			P	M	G		Hora
Árbol 1							Borde
Árbol 2							Longitud del tramo (m)
Árbol 3							Temperatura ambiente (°C)
Árbol 4							Temperatura corporal (°C)
Árbol 5							Color de ropa
Árbol 6							
Árbol 7							
Árbol 8							
Árbol 9							
Árbol 10							
Árbol 11							
Árbol 12							
Árbol 13							
Árbol 14							
Árbol 15							
Total - Promedio							

Cant. de árboles en calles con ancho mínimo de 8m	
Porte	Und.
Pequeño	
Mediano	
Grande	
Total	

Categorización del tramo						
Dist. entre fachadas (m)	Altura de las edific. (m)	Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m2)
		Asfalto				
		Adoquines				
		Piedras				
		Grava y arena				
		Vegetación con -80cm de tierra vegetal fértil				
		Vegetación con +80cm de tierra vegetal fértil				
		Estructura edafológica natural				
		Infiltración a las capas freáticas				
		Otro:				
Total						

Observaciones:

Anexo 2: Aplicación de fichas de observación



Maestría Online de Urbanismo con Mención en Proyectos Urbanos enfocados al Cambio Climático
 Ficha de Observación
 Bordes de Bosque Protector Público Kasama

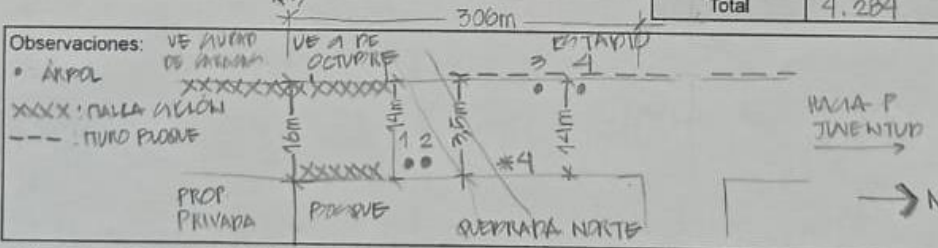
Observador: ELIETH MORALES

Categorización del arbolado							Datos Generales	
Ejemplar	Diámetro de copa (m)	Altura del árbol (m)	Porte (und)			Ancho de la calle (m)	Fecha	02/12/22
			P	M	G		Hora	10:30
Árbol 1	2	8	1			14	Borde	00'10"
Árbol 2	2	8	1			14	Longitud del tramo (m)	306
Árbol 3	2	9	1			14	Temperatura ambiente (°C)	22°C
Árbol 4	4	6	1			14	Temperatura corporal (°C)	36.9°C
Árbol 5							Color de ropa	GRIS
Árbol 6							Cant. de árboles en calles con ancho mínimo de 8m	
Árbol 7								
Árbol 8							Pequeño	4
Árbol 9							Mediano	0
Árbol 10							Grande	0
Árbol 11							Total	4
Árbol 12								
Árbol 13								
Árbol 14								
Árbol 15								
Total - Promedio			4	0	0	14		

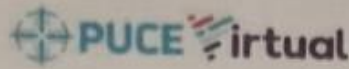
Categorización del tramo						
Dist. entre fachadas (m)	Altura de las edificación (m)	Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m2)
		Asfalto				
		Adoquines				
		Piedras				
		Grava y arena				
		Vegetación con -80cm de tierra vegetal fértil				
		Vegetación con +80cm de tierra vegetal fértil				
14*5	2*1	Estructura edafológica natural	<input checked="" type="checkbox"/>	14	306	4.284
		Infiltración a las capas freáticas				
		Otro:				
					Total	4.284

Observaciones:

- *1 → SE OBSERVA PUÑO DE PUÑO EN PERIMETRO DEL ESTABO Y DE MALLA GADON EN VE A DE OCT. / TAMBIEN HAY UN TRAMO DE MALLA DEL LADO DEL BOSQUE DE UNOS 15M LARGO
- *2 → CALLE DE TIERRA / SIN ALVIORADO PUNTO / SIN ZONAS DE PONDACION MANDESTINOS DE PLANTA CONTINUOS EN TODA LA CALLE, ESPECIALMENTE EN LA OBRERA / MULTIPLOS Y PUNTA ORGANICA SUAVES.



NOTA: VALORES DE LONGITUD TOMADOS DE GOOGLE EARTH.
 *3: SOBRE LA CALLE, ENTRE ATRÁS DE SE OBSERVO LA INSTALACION DE VENTILADORES AERIOUANTOS.
 *4: SE OBSERVO A UNA PERGOLA RECONECTANDO PASAJA Y POSO LA CALLE PARA QUE LLEGARON A PODER ENLACELOS.
 *5: ENTRE PUÑO PER ESTABO Y CERVO DEL BOSQUE.



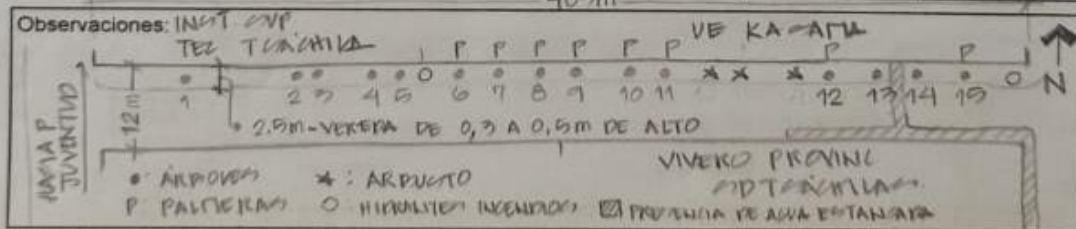
Maestría Online de Urbanismo con Mención en Proyectos Urbanos enfocados al Cambio Climático
 Ficha de Observación
 Bordes de Bosque Protector Público Kasama

Observador: ELIETH MORALES

Categorización del arbolado						Datos Generales	
Ejemplar	Diámetro de copa (m)	Altura del árbol (m)	Porte (und)			Ancho de la calle (m)	Fecha
			P	M	G		
Árbol 1	2	4	1			12	02/12/22
Árbol 2	4	6	1			12	11:00
Árbol 3	3	6	1			12	BORDE
Árbol 4	2	6	1			12	Longitud del tramo (m)
Árbol 5	2	5	1			12	403
Árbol 6	1	1,5	1			12	Temperatura ambiente (°C)
Árbol 7	1	1,5	1			12	22°C
Árbol 8	1	1,5	1			12	Temperatura corporal (°C)
Árbol 9	1	1,5	1			12	35.9°C
Árbol 10	1	1,5	1			12	Color de ropa
Árbol 11	1	1,5	1			12	GRIS
Árbol 12	1	1,5	1			12	
Árbol 13	3	3	1			12	
Árbol 14	3	3	1			12	
Árbol 15	1	1,5	1			12	
Total - Promedio			15	0	0	12	

Cant. de árboles en calles con ancho mínimo de 8m	
Porte	Und.
Pequeño	15
Mediano	0
Grande	0
Total	15

Categorización del tramo						
Dist. entre fachadas (m)	Altura de las edific. (m)	Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m2)
		Asfalto				
		Adoquines				
		Piedras				
4031	6 → VIVERO	Grava y arena	<input checked="" type="checkbox"/>	12	4031	4.836
	14 → VEKASIA	Vegetación con -80cm de tierra vegetal fértil				
		Vegetación con +80cm de tierra vegetal fértil				
		Estructura edafológica natural				
		Infiltración a las capas freáticas				
		Otro:				
					Total	4.836



*1 → ENTRE FACHADA DEL VIVERO Y DE VEKASIA
 *2 → CALLE DE TIERRA / CON ANILIPAYO. PUNTO SOBRE LADO DE VEKASIA / GRAVA Y ARENA
 NOTA: LARGOS DE AVES TOMADOS DE GOOGLE EARTH
 P: PALMERAS, * : ARBUSTO, O: HERRILLAS INCENDIOS, PRESENCIA DE AGUA ESTANCIADA



Maestría Online de Urbanismo con Mención en Proyectos Urbanos enfocados al Cambio Climático

Ficha de Observación

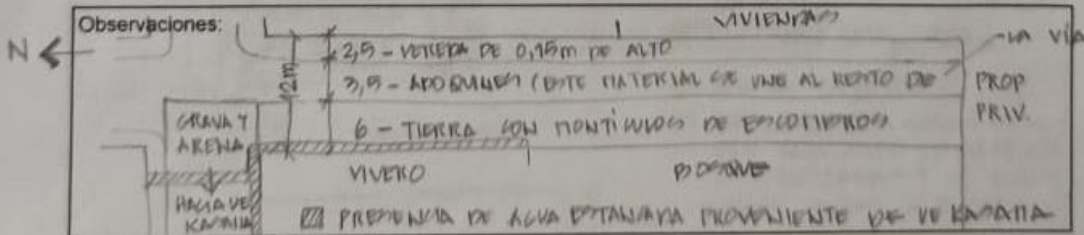
Bordes de Bosque Protector Público Kasama

Observador: ELIETH MORALES

Categorización del arbolado						Datos Generales	
Ejemplar	Diámetro de copa (m)	Altura del árbol (m)	Porte (und)			Ancho de la calle (m)	Fecha
			P	M	G		02/12/22
Árbol 1							Hora
Árbol 2							11:30
Árbol 3							Borde
Árbol 4							ESTB
Árbol 5							Longitud del tramo (m)
Árbol 6							200
Árbol 7							Temperatura ambiente (°C)
Árbol 8							22°C
Árbol 9							Temperatura corporal (°C)
Árbol 10							35.9°C
Árbol 11							Color de ropa
Árbol 12							GRIS
Árbol 13							
Árbol 14							
Árbol 15							
Total - Promedio			0	0	0	12	

Cant. de árboles en calles con ancho mínimo de 8m	
Porte	Und.
Pequeño	0
Mediano	0
Grande	0
Total	0

Categorización del tramo						
Dist. entre fachadas (m)	Altura de las edific. (m)	Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m2)
		Asfalto				
40*2	10,5 → VIVIENDA	ADOQUINES	✓	3,5	200	700
	6 → VIVERO	Piedras				
		Grava y arena	✓			
		Vegetación con -80cm de tierra vegetal fértil	✓			
		Vegetación con +80cm de tierra vegetal fértil				
		Estructura edafológica natural	✓	6	200	1.200
		Infiltración a las capas freáticas *1				
		Otro: CONCRETO (VIVIENDA)	✓	2,5	200	500
Total						2.400



*1 → ALUSTRADO FUENTE
 *2 → ENTRE FACHADA DEL VIVERO Y VIVIENDA
 NOTA: VALOR DE (UNOS) TORNAJOS DE LOCUM ENTRA

PUCE virtual

Maestría Online de Urbanismo con Mención en Proyectos Urbanos enfocados al Cambio Climático
Ficha de Observación
Bordes de Bosque Protector Público Kasama

Observador: ELIETH MORALES

Categorización del arbolado						Datos Generales	
Ejemplar	Diámetro de copa (m)	Altura del árbol (m)	Porte (und)			Ancho de la calle (m)	Fecha
			P	M	G		Hora
Árbol 1							02/12/22
Árbol 2							10:00
Árbol 3							Borde: SUR
Árbol 4							Longitud del tramo (m): 904
Árbol 5							Temperatura ambiente (°C): 22°C
Árbol 6							Temperatura corporal (°C): 36.9°C
Árbol 7							Color de ropa: GRIS
Árbol 8							
Árbol 9							
Árbol 10							
Árbol 11							
Árbol 12							
Árbol 13							
Árbol 14							
Árbol 15							
Total - Promedio			0	0	0	N/A	

Cant. de árboles en calles con ancho mínimo de 8m	
Porte	Und.
Pequeño	
Mediano	
Grande	
Total	N/A

Categorización del tramo						
Dist. entre fachadas (m)	Altura de las edific. (m)	Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/>	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m2)
		Asfalto				
		Adoquines				
		Piedras				
		Grava y arena				
		Vegetación con -80cm de tierra vegetal fértil				
		Vegetación con +80cm de tierra vegetal fértil				
		Estructura edafológica natural				
		Infiltración a las capas freáticas				
		Otro:				
Total						N/A

Observaciones:

ANCHA SINTÉTICA.
 *1 DOS GRANDES ÁREAS PRIV. QUE HAN SIDO TOTALMENTE DESEMPEDADAS Y SE ENUEVA TRAN VACÍAS. LA RUEBAYA SUR TOTALMENTE RESEÑADA, UNO CONTINUA SU USO ENTRE LAS VIV Y LA VEGETACIÓN DE LA ROTADERO DE PRIVADA.