

Red interconectada de áreas verdes para el mejoramiento ambiental del municipio de Cochabamba, Bolivia

Carmen Cruz¹, Paola G. Cruz¹, Pablo E. Prado^{1,2}, Marko Quiroga^{1,3}, Luis F. Aguirre⁴

¹Carrera Planificación del Territorio y Medioambiente, Facultad de Arquitectura y Ciencias del Hábitat, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

^{1,2}Unidad de Limnología Recursos Acuáticos, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

³Centro de Planificación y Gestión, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

⁴Centro de Biodiversidad y Genética, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

²p.prado@umss.edu

Resumen

Cochabamba es un municipio integrante de la Región Metropolitana Kanata (RMK) que actualmente presenta diversos problemas socioambientales, entre los cuales están la contaminación, el crecimiento urbano no planificado y la disminución de áreas verdes y naturales. Las áreas verdes tienden a mejorar la calidad de vida de las personas, y al ser una parte importante del ecosistema urbano, contribuyen a la disminución de la contaminación de la ciudad. Este proyecto de investigación incluye el estudio de las áreas verdes dentro de los 15 distritos del municipio de Cochabamba. Los principales resultados demostraron que más del 50 por ciento de la superficie destinada a áreas verdes, cuenta con otro tipo de función distinta y por tanto no brindan óptimamente los servicios ecosistémicos de un área verde urbana. Se verificó que existe un déficit de la superficie de área verde por persona, que va empeorando año tras año. En este sentido, se podría implementar estrategias y acciones para encaminar la sustentabilidad del municipio de Cochabamba, a través de la recuperación de áreas verdes en todo el municipio, considerando la heterogeneidad de la ciudad en cuanto a sus características; el planteamiento de programas dirigidos a la conservación, consolidación y rehabilitación de áreas verdes capaces de ofrecer servicios ecosistémicos combinados como recreación, esparcimiento, mejoramiento ambiental, entre otros.

Palabras clave: *Áreas verdes, Servicios ecosistémicos, Sustentabilidad.*

Abstract

The municipality of Cochabamba is part of the Kanata Metropolitan Region (RMK). However, it currently presents various socio-environmental problems, such as pollution, unplanned urban growth, and a decrease in green and natural areas. Green areas improve people's quality of life, they are an important part of the urban ecosystem, and contribute to the reduction of pollution in the city. This research project includes the study of green areas within the 15 districts of the municipality of Cochabamba. The main results showed that more than 50 percent of the surface destined to green areas, fulfill different purposes and therefore do not provide the ecosystem services of an urban green area. It was verified that there is a deficit in the amount of green area per person, which is getting worse year after year. In this sense, strategies and actions could be implemented on behalf of the sustainability of the municipality of Cochabamba. Including the recovery and rehabilitation of green areas and conservation programs to improve ecosystem services such as recreation, enjoyment and environmental improvement, among others.

Key words: *Green areas, Ecosystem services, Sustainability.*

1. Introducción

Las áreas verdes juegan un importante rol en el mejoramiento de la calidad del ambiente urbano y por tanto en la calidad de vida de grandes aglomeraciones de personas que viven en ciudades (más del 50% de la población mundial desde 2008) y que según la tendencia de las pasadas cuatro décadas se estima que para el 2050 siete de cada diez personas en el mundo vivan en ciudades. (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019). Debido a este crecimiento urbano sin precedentes es que tanto los gobiernos y las instituciones están dirigiendo esfuerzos para encarar el reto de la sostenibilidad urbana en diversos escenarios, escalas y paradigmas de desarrollo.

El urbanismo ecológico aborda los retos de la sostenibilidad en la era de la información, debido a que las soluciones formales del urbanismo convencional del siglo XX no incorporan el conjunto de variables de los retos enunciados (Rueda, 2006). Además de concretar un conjunto de parámetros a escala de manzana. Esta ordenación permite abordar, con ciertas garantías, las variables relacionadas con la sostenibilidad en la sociedad del conocimiento. Si bien existen varios principios rectores para el urbanismo ecológico (Rueda, 2006), en el presente trabajo se tomó en cuenta como principios fundamentales: 1. Dotación de espacios verdes y biodiversidad; 2. Adaptación y mitigación al cambio climático; y 3. Cohesión social. De la misma manera, el urbanismo bioclimático tiene como objetivo la reducción al máximo de los impactos negativos que ejerce la urbanización sobre el medio, mediante zonas verdes adecuadas entre otros aspectos (Higueras, 2012).

Juntamente a los principios del urbanismo ecológico y bioclimático, en diversos países se han desarrollado instrumentos de gestión ambiental urbana, que se refiere al aprovechamiento, mejoramiento, conservación y estudio de la protección de los recursos naturales, en relación al bienestar social, económico y cultural para beneficio de la calidad de vida de las personas. En este sentido, se han incorporado conceptos y políticas ecológicas en los procesos de planificación de las ciudades, entre los cuales se encuentran la infraestructura ecológica o verde, el mantenimiento de áreas verdes o parches de vegetación y la implementación de corredores naturales o biológicos al interior de la ciudad (Prado-

Velasco, 2006). Por otra parte, existen programas sostenibles de manejo de áreas verdes urbanas para preservar los sistemas naturales e integrar la naturaleza en la planificación de las ciudades, ya sea mediante parques o corredores verdes, humedales o cuencas hidrográficas protegidas que proveen hábitat a la fauna silvestre, o terrenos agrícolas que preserven la variedad del paisaje (Sorensen *et al.*, 1998).

La infraestructura verde es definida como una red interconectada de espacios verdes urbanos, periurbanos, rurales y silvestres, que conserva y aporta funciones ecosistémicas y servicios ambientales para la población humana (Benedict & McMahon, 2006). Debido a sus características tipológicas, es un sistema complejo de estructuras que facilitan la recuperación y generación de espacios públicos verdes y beneficios relacionados con la preservación del ambiente urbano, la conservación de los recursos naturales, la integración paisajística, el desarrollo social y cultural de los individuos y la preservación de la salud pública, conjugados en un concepto de ciudad ambiental y arquitectónicamente sostenible (Fadigas, 2009. Mena *et al.*, 2011. Moreno *et al.*, 2014). Para lograr la integración e interconexión de la infraestructura verde urbana una de las estrategias de gestión ambiental urbana es la identificación y establecimiento de corredores biológicos urbanos.

Los corredores biológicos son importantes elementos que suelen desarrollarse en paisajes fragmentados y que son vulnerables al impacto humano y al cambio climático. Su objetivo fundamental es restablecer y mantener la conectividad en el paisaje. Es decir, que buscan contribuir a incrementar las especies silvestres, así como la continuidad de los procesos ecológicos clave en la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la vida en una ciudad (Canet-Desanti *et al.*, 2012). Similarmente, el Proyecto de Corredores Biológicos Urbanos, Servicios Ecosistémicos y Equidad, para el Municipio de Cochabamba, define a los corredores urbanos como cualquier espacio identificable y usado por una especie que facilita el movimiento de animales o plantas en el tiempo, entre dos o más parches de hábitat separados (Aguirre *et al.*, 2020)

Algunos ejemplos de ciudades latinoamericanas que aplicaron estrategias, proyectos y acciones para gestionar sus áreas verdes e infraestructura verde son: 1) el sistema de áreas verdes del Municipio de

La Paz, Bolivia (2006), para elevar la calidad de vida de la sociedad y mejorar la imagen de la ciudad. 2) El proyecto de Rehabilitación de espacios verdes urbanos de Xalapa, México (2014), propiciando así el acercamiento de las personas a la naturaleza. 3) El Programa de Bosques Urbanos y Espacios verdes de la CAF, varias ciudades de Brasil (2016), tiene como objetivo el Mejoramiento y Rehabilitación de espacios verdes a través del incremento de superficie y calidad de las áreas verdes con el componente de Bosques Urbanos en las ciudades. 4) La Propuesta de tipología de corredores para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá, Colombia (2006), para disminuir la pérdida de biodiversidad y mejorar la sostenibilidad de recursos naturales. 5) Plan Maestro de áreas verdes y espacio público de la Comuna de Coronel, Concepción, Chile (2012) para la implementación de un modelo de gestión del espacio público y elevar la cantidad de áreas verdes. En suma, la revisión de las experiencias citadas anteriormente da noción de algunos componentes fundamentales adaptables al presente caso de estudio, a saber: a) Arbolado urbano y áreas verdes lineales; b) Espacios recreativos y Áreas verdes ecológicas (Naturaleza); c) Consolidación y rehabilitación de áreas verdes; d) Calidad paisajística (ecología del paisaje); e) Bosques urbanos; f) Interconexión de Corredores Biológicos Urbanos.

El Municipio de Cochabamba es el centro urbano más importante del Departamento del mismo nombre y sus áreas verdes representan un importante componente natural que cumplen múltiples beneficios sociales y ambientales para los residentes urbanos. La problemática en este municipio se origina con el crecimiento urbano y la débil consolidación de planes regionales de desarrollo, según el Plan Director de la Región Urbana de Cochabamba (1981), lo que ha ocasionado un escenario de insuficiencia en la gestión integral de las áreas verdes como elementos estructurantes del territorio y de los sistemas de vida de la región. Por lo tanto, es necesario generar conocimiento científico actualizado, profundidad del análisis y la formulación de acciones que ayuden a solucionar los problemas mencionados.

En este trabajo, se analiza el estado de las áreas verdes en el municipio de Cochabamba, con un enfoque integral, cuali-cuantitativo y desde el punto de vista de funciones ambientales. El objetivo principal busca plantear una estrategia pertinente y priorizada de áreas

verdes para la articulación funcional, el mejoramiento ambiental y la conectividad en la estructura verde del Municipio de Cochabamba.

2. Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio fue desarrollado en la zona urbana de la ciudad de Cochabamba, Provincia Cercado, Departamento de Cochabamba, Bolivia. Dicha zona tiene una superficie de 13.848,79 ha sobre una extensión territorial municipal de 32.253,84 ha, equivalente a 322,50 km². El municipio está conformo por 15 distritos, de los cuales el distrito 13 es parte del Parque Nacional Tunari (GAM Cochabamba, 2016-2020). De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda realizado el año 2012, existe una población total de 632.013 habitantes dentro del área urbana del municipio de Cochabamba (Instituto Nacional de Estadística, 2015)

Levantamiento y procesamiento de la información de las áreas verdes

Se realizó la identificación de las áreas verdes establecidas en el Plan Territorial de Desarrollo Integral (PTDI) mediante la clasificación hecha por el instrumento técnico del Plan Maestro de Forestación y Reforestación del año 2016, sobre las condiciones actuales y cuantificación de las áreas verdes.

Tabla 1

Clasificación y Cantidad de las Áreas Verdes dentro el Municipio de Cochabamba con base en el Plan Territorial de Desarrollo Integral del Municipio Cochabamba 2016-2020 y el Plan de Forestación y Reforestación del Municipio de Cochabamba

Distritos	Parques	Plazas y Plazuelas	Áreas de forestación y prevención ecológica	Áreas Verdes ligadas a la Infraestructura Vial	Total	%
D1	17	21	68	34	140	3,7%
D2	33	28	47	111	219	5,7%
D3	14	25	7	105	151	4,0%
D4	9	29	10	60	108	2,8%
D5	33	24	7	71	135	3,5%
D6	6	20	2	48	76	2,0%
D7	14	16	17	11	58	1,5%
D8	24	12	104	110	250	6,5%
D9	4	15	13	63	95	2,5%
D10	4	31	7	106	148	3,9%
D11	13	16	4	60	93	2,4%
D12	43	37	5	108	193	5,1%
D14	17	12	2	23	54	1,4%
D15	5	9	10	33	57	1,5%
SUB TOTAL	236	295	303	943	1777	46,5%
%	6,2%	7,7%	7,9%	24,7%	46,5%	
TOTAL					3821	100,0%

Se realizó una validación de campo mediante observación directa para verificar el uso actual y reclasificar, de ser necesario, los tipos de áreas verdes según las características en cada distrito.

Para la caracterización de las áreas verdes urbanas a nivel de distrito se aplicaron 12 variables (ver Tabla 2),

las 10 primeras son parámetros ambientales y físicos, mientras que las restantes dos son de percepción social relevadas mediante encuesta. El cálculo de la muestra (384 encuestas) fue realizado mediante la fórmula de población finita con base en la población total del municipio proyectada al año 2020 de acuerdo a datos del PTDI 2016 – 2020 del municipio de Cochabamba.

Tabla 2

Variables empleadas en el estudio con base en el diagnóstico de las áreas verdes del municipio de Cochabamba

1. Norma de cesión de área verde:	Según la normativa la cesión de las áreas verdes debería ser el 17,3% del área urbana. Cálculo de la superficie urbana por distrito correspondiente a cesión por norma.
2. Clasificación de área urbana:	Cuantificación de áreas verdes existentes con base en imágenes de satélite de alta resolución (< 1m) del año 2020.
3. Superficie de Área verde:	El cálculo de cada área verde se realizó a través de la superficie de sus polígonos vectoriales, con la ayuda de las herramientas de sistemas de información geográfica disponibles en QGIS y ArcGIS. Unidad: m ²
4. Cobertura territorial de un área verde:	La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece 300 metros de distancia de un área verde hacia a la vivienda de un habitante. Cálculo de las distancias en línea recta desde cada área verde mediante herramientas SIG.
5. Capacidad de áreas verdes por habitante:	La identificación del indicador de superficie (m ²) de área verde por habitante depende del tipo de ciudad y sus características, los niveles socioeconómicos de los habitantes y al tipo de sociedad, (Mena et al., 2011). La sumatoria total de áreas verdes consolidadas existentes en el municipio se divide sobre el total de la cantidad de habitantes, que tiene por resultado la superficie en m ² por persona.
6. Uso de suelo actual de las áreas verdes:	Identificación de cada área verde y el estado actual de su diferente uso, obteniendo así cuatro categorías: Residencial, Sin consolidar, Cancha deportiva y otros equipamientos.
7. Mantenimiento a las áreas verdes consolidadas:	Con base en la información proporcionada por la empresa municipal “EMAVRA” sobre el número de áreas verdes que cuentan con el servicio de mantenimiento, verificando mediante datos de una encuesta de percepción sobre el conocimiento que tiene la población acerca del mantenimiento de sus áreas verdes.
8. Accesibilidad de Áreas Verdes:	Con base en la información proporcionada por la empresa municipal “EMAVRA” sobre el número de áreas verdes que tienen libre acceso, acceso restringido por pago u otro tipo de restricción.
9. Funcionalidad de Áreas Verdes:	Mediante la superposición de los polígonos de áreas verdes sobre el índice normalizado de vegetación obtenido de la imagen satélite Sentinel 2 de julio de 2021, se determina la cantidad que cuenta con vegetación y sin vegetación.
10. Áreas Naturales:	Se realizó la cuantificación de las áreas naturales presentes en el territorio del municipio, ya que representan espacios importantes para la continuidad de los procesos ecológicos, biológicos y para la conservación del ecosistema.
11. Percepción sobre las Áreas verdes:	Se obtuvo los datos de esta variable mediante una encuesta sobre una muestra representativa calculada a través de la fórmula para una población finita. 14 preguntas de las cuales 8 fueron dicotómicas y 6 politómicas.
12. Afluencia a las áreas verdes:	Se obtuvo los datos de esta variable mediante la encuesta mencionada en la fila anterior. Las preguntas sobre frecuencia y tipo de personas que asisten fueron las que proporcionaron datos para esta variable.

3. Resultados

A continuación, se representa los principales hallazgos para cada una de las variables estudiadas.

Norma de cesión de área verde: Ningún distrito cuenta con el porcentaje mínimo de cesión de área verde, siendo mayor el déficit en los distritos de la zona sud respecto a los distritos de la zona norte.

Clasificación de área urbana: Los distritos 1,2,3,10 y 12 cuentan con más áreas verdes consolidadas y clasificadas en parques, plazas, plazuelas, áreas verdes ligadas a la infraestructura vial y áreas de forestación

y prevención ecológica, con base en el Plan maestro de forestación y reforestación de Cochabamba.

Superficie de Área verde (m²): Solo el 5 % de la superficie total del municipio es área verde. Los distritos 8, 9 y 15 de la zona sud tienen más superficie de área verde con otro tipo de función distinta a la ambiental.

Cobertura territorial de un área verde: Se calculó el área de influencia o cobertura territorial a 300 m de distancia en línea recta a partir de las áreas verdes consolidadas (Reyes & Figueroa, 2010), encontrando que los distritos 8,9,14 y 15 no cuentan con suficiente cobertura territorial de áreas verdes.

Capacidad de áreas verdes por habitante: Se dividió la superficie total de áreas verdes a nivel distrital entre la proyección de población al año 2020 para obtener la cantidad de m² de área verde por persona. Los distritos 3,4,6 y 11 tienen las menores cantidades de área verde por persona.

Uso de suelo actual de las áreas verdes: La cantidad de superficie con otra función distinta dentro del área verde asciende a 53,5% del total, es decir más de la mitad de las áreas verdes municipales no cumplen la función para la cual fueron planificadas.

Mantenimiento a las áreas verdes consolidadas: El 36,8% de las áreas verdes son mantenidas por la empresa municipal EMAVRA de las cuales 13,7 % son recurrentes (áreas que tienen mantenimiento constante) y el 23,1% de las áreas verdes no son recurrentes.

Accesibilidad de Áreas Verdes: Para esta variable se tomó en cuenta las áreas verdes clasificadas como parques, plazas y plazuelas con libre acceso. Existen un total de 531 áreas verdes de las cuales 496 son de libre acceso (93,41 %), 28 áreas verdes tienen restricción de acceso en distintos horarios (5,27 %) y 7 presentan acceso controlado mediante pago (1,32 %).

Funcionalidad de Áreas Verdes: De un total de 46,5 % de áreas verdes consolidadas, el 28,3% cuenta con

vegetación y el 18,2% no cuenta con ningún tipo de vegetación, es decir que no todas las áreas verdes consolidadas brindan suficientemente servicios ecosistémicos, reduciendo así los beneficios para la población.

Áreas naturales: Se tomó en cuenta a las áreas naturales compuestas por quebradas (torrenteras), espacios circundantes a lagunas y otras áreas naturales con potencial de ser áreas verdes consolidadas y así ayudar a reducir el déficit de superficie de área verde por persona que existe y ayudar a cumplir la norma de cesión establecida para el municipio.

Percepción sobre las Áreas verdes: Mediante las encuestas realizadas a la población cochabambina sobre su percepción acerca de las áreas verdes, se encontró que el 84,9 % de la población encuestada no se siente segura en su área verde más cercana. Un 79% opina que la inseguridad de su área verde es el problema más frecuente. El 93.8% de la población cree que sus áreas verdes están deterioradas.

Afluencia a las áreas verdes: La población que asiste con mayor afluencia a sus áreas verdes son personas jóvenes. Con una frecuencia ocasional, feriados y fines de semana.

En la Tabla 3 se presenta los resultados de las anteriores variables a nivel de distrito.

Tabla 3

Evaluación de las 10 variables físico ambientales con base en datos proporcionados por EMAVRA y relevamiento del año 2021

DISTRITOS	Norma de Cesiones	Superficie de áreas verdes				Capacidad de áreas verdes por habitante	Índices de áreas verdes			Uso de suelo actual de áreas verdes		Mantenimiento	Accesibilidad	Función Ambiental							
		Déficit absoluto (Cesión s/norma o Cesión s/relevamiento)	Superficie de área verde	Sup. de área verde consolidada	Sup. de área verde con otra función		Superficie AAVV/Sup. Total	m ² de AAVV por hab. 2020	Índice del total de áreas verdes	Índice de área verde consolidada	Índice de área verde con vegetación			Residencial	Sin Consolidar	Recurrentes	No Recurrentes	Libre Acceso	Con Restricción	Con Vegetación	Sin Vegetación
1	32,93	738540,92	539047,11	1994,94	11,97%	19,43	19,43	14,18	1,12	11	53	35	68	38	128	13					
2	52,36	1325126,77	1128630,71	196496,06	12,40%	17,09	17,09	14,56	3,97	9	57	68	134	61	2	192	27				
3	165,67	337925,66	229644,35	108281,30	2,93%	4,61	4,61	3,13	1,55	3	54	48	78	39	76	72					
4	85,24	477291,98	382977,54	94314,44	6,21%	8,37	8,37	6,71	4,56	5	18	52	104	36	2	66	42				
5	120,89	601379,01	483258,15	118120,86	5,75%	10,89	10,89	8,75	2,56	5	33	64	91	53	4	74	61				
6	123,43	326319,99	243829,40	82490,59	3,62%	6,77	6,77	5,06	0,83	2	26	20	49	25	1	29	47				
7	35,36	287652,38	194659,66	92992,72	5,52%	12,83	12,83	8,68	1,96	9	32	15	24	29	1	27	31				
8	37,62	3072497,53	1692918,78	1379578,75	10,96%	27,35	27,35	15,07	0,38	36	240	5	18	21	16	35	215				
9	-61,06	2824344,97	250089,20	2640790,91	2,25%	13,54	13,54	1,20	0,22	177	688	3	40	19	1	33	63				
10	51,51	404143,72	360787,28	43356,44	7,61%	11,57	11,57	10,33	6,94	11	11	59	72	27	2	131	18				
11	42,99	306234,58	301132,41	5102,17	5,12%	12,00	12,00	11,80	4,97	11	2	46	54	28	1	89	4				
12	80,64	518674,85	496770,73	22248,70	6,77%	10,71	10,71	10,26	9,89	8	8	107	119	77	2	175	18				
14	20,75	647848,41	293140,86	356153,07	9,32%	15,55	15,55	7,04	0,37	12	147	3	20	29	1	17	37				
15	107,95	1926421,40	159243,99	1768426,23	7,88%	60,47	60,47	5,00	0,37	59	230	10	14	2	11	46					
Total	896,27	13794402,20	6756130,20	6910347,18	7,02%	15,76	15,76	7,72	2,19	347	1599	525	881	496	35	1083	694				

Tabla 4

Percepciones ciudadanas respecto a las áreas verdes del municipio de Cochabamba, 2021

DISTRITOS	sexo		¿con qué frecuencia asiste usted a las áreas verdes de su zona o barrio?					¿quiénes usan frecuentemente el área verde de su zona o barrio?				¿se siente seguro en sus áreas verdes?		¿qué problemas sociales se ven con mayor frecuencia en su área verde?		
	femenino	masculino	total, general	feriados	fines de semana	ocasionalmente	todos los días	adultos	adultos mayores	jóvenes	niños	no	si	alcoholismo	delincuencia	inseguridad
1	7	6	13	1	4	8			1	5	7	10	3	2	3	8
2	5	8	13	2	2	9				4	9	10	3	3		10
3	2	2	4	1	1	2				3	1	3	1		1	3
4	4	6	10	3	3	4		3		5	2	5	5	5	1	4
5	14	13	27	5	5	17			3	12	12	25	2	6	7	14
6	11	12	23	6	7	10		8		10	5	19	4	5	2	16
7	10	9	19	4	9	6		1		11	7	19		2	7	10
8	14	29	43	11	11	20	1	3	2	11	27	38	5	6	9	28
9	55	40	95	30	23	38	4	12	1	40	42	81	14	18	21	56
10	7	12	19	4	10	5		3		14	2	16	3	2	6	11
11	8	4	12		3	6	3		2	8	2	8	4	2	5	5
12	18	13	31	8	8	11	4	3	2	22	4	21	10	6	3	22
14	15	31	46	16	14	13	3	8	2	19	17	45	1	6	4	36
15	18	11	29	11	7	10	1	2	1	7	19	26	3	2	4	23
Total	188	196	384	80	107	159	16	43	14	171	153	326	58	65	73	246

En la Tabla 4 se presenta un resumen de las encuestas realizadas mediante una boleta configurada en un formulario de *Google forms*, sobre la percepción de la población respecto las áreas verdes.

El mapa presentado en la Figura 1 muestra el diagnóstico de las áreas verdes municipales. La zona

sud del municipio presenta las mayores deficiencias, aunque cuenta con áreas verdes, sin embargo, éstas carecen de vegetación e infraestructura. Las áreas verdes no consolidadas se muestran en el tono más oscuro.

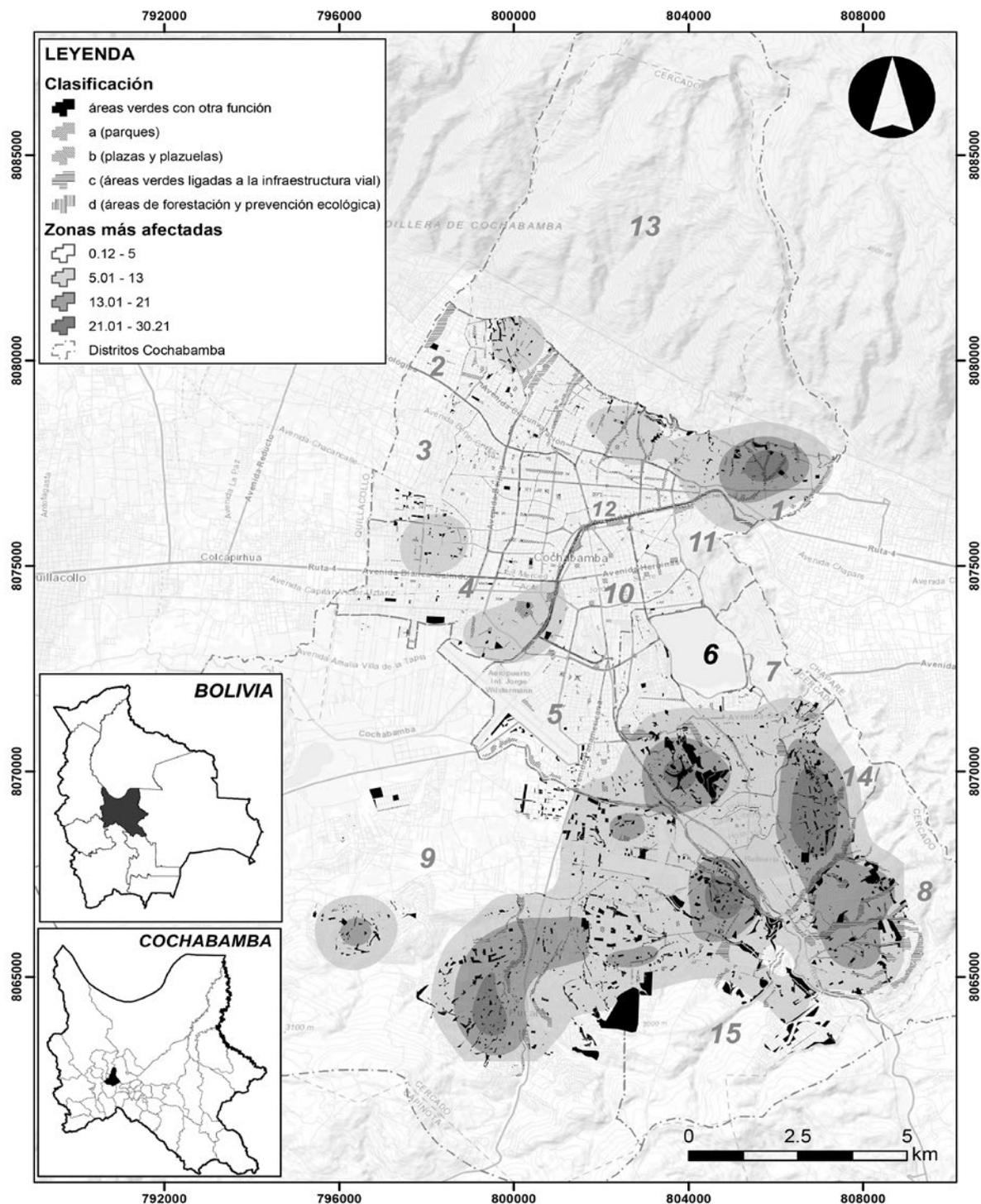


Figura 1. Diagnóstico de las áreas verdes del Municipio de Cochabamba elaborado con base en el Plan Maestro de Forestación y Reforestación del Municipio de Cochabamba, 2021.

4. Discusión

La información recolectada permitió conocer las características físico espaciales y funciones que cumplen las áreas verdes dentro el municipio de Cochabamba, donde se evidenció que la situación

actual de las áreas verdes posee marcadas diferencias en cuanto a las cantidades, superficies y características en dos tipos de zonas. La zona norte cuenta con mayor cantidad de áreas verdes consolidadas que tienen vegetación; respecto a la zona sur, que cuenta con

menos áreas verdes y con poca vegetación en sus áreas verdes consolidadas, además con un mayor riesgo de ser fraccionadas al ser simplemente espacios libres, debido a presiones del mercado de suelo o la ocupación con distintos equipamientos urbanos. Constituyéndose en una aproximación cercana al modelo de ciudad dual con fragmentación espacial y segregación (Castells, 1995) que incluye desigualdades en el acceso a servicios, áreas verdes, etc. En contraposición, una ciudad sostenible debe respetar y valorizar la base geográfica natural y los ciclos climáticos y biológicos; debe lograr la capacidad de recuperarse rápidamente de los impactos que sufre, pudiendo resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de manera oportuna y eficiente, lo que incluye la preservación y restauración de sus estructuras y funciones básicas (Corti, 2019).

La situación actual de desequilibrio de la cantidad de áreas verdes en las distintas zonas de la ciudad de Cochabamba, podría ser un efecto de una ausencia de políticas públicas referidas a priorizar los espacios verdes y la funcionalidad de la estructura ecológica del Municipio, en concordancia a la ausencia o deficiencia de mecanismos efectivos de

Tabla 5

Resumen de las propuestas de acciones estratégicas para el mejoramiento de las características ambientales de la red de interconexión en el municipio de Cochabamba

Componentes	Directrices	Objetivos Estratégicos
1) Arbolado urbano y áreas verdes lineales	1) El arbolado urbano existente en las aceras y jardinerías centrales deberá ser conservado y donde haga falta deberá ser incrementado con especies nativas, en especial en los distritos 8, 9, 14 y 15.	1.1. Conservar y mantener el arbolado urbano existente en las aceras y jardinerías centrales de los distritos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11 y 12 1.2. Incrementar el 28.3% de arbolado urbano en las aceras y jardinerías centrales de los distritos 8, 9, 14 y 15 hasta el 2026 (5 años)
2) Espacios recreativos y Áreas verdes ecológicas (Naturaleza)	2) Las áreas verdes ecológicas deben ser implementadas en áreas con potencial a convertirse en áreas verdes consolidadas	2.1. Implementar áreas verdes ecológicas en los espacios asociados a las Lagunas: coña coña, Alalay, Albarrancho, Quenamari, y en las quebradas (torreteras): Zona Norte (Arocagua mayu, Pintu mayu Blanco Loma, Ichuloma, Thajho, tupuraya, tajra, sotomayu), Zona sud (Chaquimayu)
3) Consolidación y rehabilitación de áreas verdes	3) En el Municipio todas las áreas verdes sin consolidar deberán ser consolidadas principalmente con vegetación.	3.1. Consolidar el 41,8 % de áreas verdes no consolidadas hasta el 2023, mediante la adecuación de nuevas áreas verdes mixtas (parques, plazas y plazuelas) para la consolidación y rehabilitación
4) Calidad paisajística (ecología del paisaje)	4) Cada sitio de área verde debe priorizar y conservar las funciones tanto ambientales, recreativas y paisajísticas	4.1. Priorizar el mantenimiento en todas las áreas verdes consolidadas para reducir la inseguridad que percibe la población (sistemas de vigilancia y promoción de actividades culturales) 4.2. Implementar la presencia de cinturones verdes en serranías
5) Bosques urbanos	5) Los bosques urbanos deben ser una prioridad tanto en su implementación en áreas reservadas para este fin, como en áreas que potencialmente podrían convertirse en bosques urbanos.	5.1. Consolidar los parques urbanos con potencial de convertirse en bosques urbanos como Champarrancho (55 ha) 5.2. Implementar bosques urbanos en áreas de remediación ambiental como el Botadero de Kara Kara (53 ha), luego de su cierre y reubicación de un nuevo botadero.
6) Interconexión de Corredores Biológicos Urbanos	6) Se dará prioridad a la interconexión de corredores biológicos urbanos, mediante la consolidación de áreas verdes y la implementación de nuevas áreas verdes.	6.1. Interconectar la zona norte y sud del municipio mediante los patrones lineales es decir las áreas verdes ligadas a la infraestructura vial de vías principales y a la proximidad de ríos conjuntamente con la implementación de nuevas áreas en los distritos 8,9,14 y 15

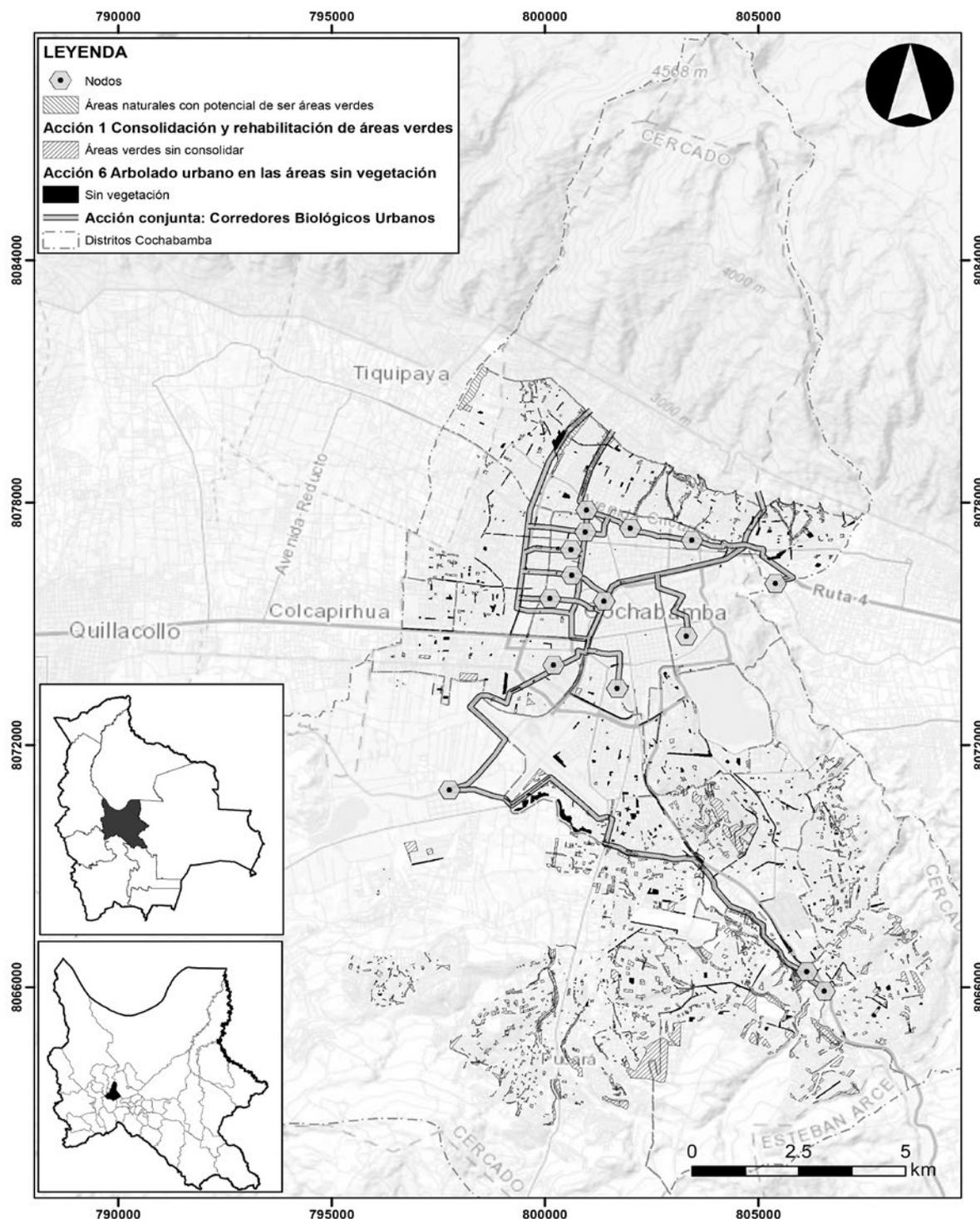


Figura 2. Resumen de la propuesta de manejo de áreas verdes para el Municipio de Cochabamba con base en el diagnóstico y las acciones estratégicas, 2021.

La propuesta de manejo de áreas verdes urbanas, incluye los tipos de participación, así como apoyo social, apoyo político, viabilidad técnica y sostenibilidad ambiental que permitan contrarrestar los problemas ambientales del área de estudio; para

la rehabilitación, incorporación y mantenimiento de áreas verdes urbanas, optimizando la gestión ambiental de las mismas, brindando un considerable aporte en el proceso de desarrollo sostenible del Municipio de Cochabamba.

La propuesta considera los espacios planificados como áreas verdes no consolidadas y también los espacios naturales asociados a quebradas y lagunas que podrían ser mejorados en su cobertura vegetal y mantenimiento. En integración, con corredores verdes o biológicos que son una estrategia eficaz para contrarrestar los efectos de la fragmentación ecológica y contribuir a la sostenibilidad urbana en ambientes altamente antropizados (Teng *et al.*, 2011). En la Figura 2 se muestra la propuesta de las directrices estratégicas 1,2 y 6.

5. Conclusiones

Las variables de investigación evidenciaron diferencias entre las condiciones ambientales que existen en la zona norte y la zona sud del municipio. Se logró caracterizar la situación actual de las áreas verdes en el Municipio de Cochabamba, la cual demuestra la falta de atención a las mismas, un deterioro considerable y la falta de áreas verdes en determinadas zonas de la ciudad. Se verificó satisfactoriamente la aplicabilidad de las variables como insumo para el diagnóstico en beneficio de la gestión ambiental sostenible del ecosistema urbano del municipio.

En cumplimiento del objetivo del estudio, se propuso una estrategia de manejo de las áreas verdes urbanas, estructurada en componentes, directrices, objetivos y acciones. Se realizó también una estimación del tiempo y el presupuesto para la ejecución y mantenimiento del proyecto, es decir la implementación de la estrategia.

Las áreas verdes urbanas interconectadas mediante corredores biológicos urbanos ofrecen grandes oportunidades para el cambio positivo y el desarrollo sostenible del municipio de Cochabamba. Los espacios verdes públicos accesibles para caminar, circular en bicicleta, jugar y realizar otras actividades al aire libre pueden favorecer una mayor calidad de vida para las personas. En este sentido, la necesidad de la población de espacios verdes requiere la efectiva gestión o manejo de las áreas verdes, que contengan vegetación adecuada al sitio, en buen estado de conservación y que requieran bajo mantenimiento.

La ciudad debe, por tanto, proyectarse integralmente para el bienestar de sus habitantes y los valores que representan al medio ambiente y la naturaleza tengan una significativa preponderancia. La diversidad urbana compuesta por matices, representaciones y actividades, plantea una infinidad de oportunidades

para un desarrollo integral con sostenibilidad, equidad y justicia ambiental para toda su sociedad. En el entendido que cuanto mayor cantidad y calidad de áreas verdes existan en la ciudad mayor será la calidad de vida para las personas.

Agradecimientos

Agradecemos a los investigadores, instituciones y personas asociadas el Proyecto de Investigación de Corredores Biológicos Urbanos, Servicios Ecosistémicos y Equidad, Municipio de Cochabamba (PIA-ACC II - 8) por la colaboración al presente proyecto y a la Cooperación Suiza en Bolivia (COSUDE) por el financiamiento del proyecto PIA-ACC II - 8. Así como al personal de la Empresa Municipal de Áreas Verdes y Recreación Alternativa del Municipio de Cochabamba que nos han ayudado con la información relacionada a las áreas verdes del área de estudio.

6. Referencias bibliográficas

- Aguilar R., De la Fuente J., Mercado J., Miranda W. y Montaña O. (1981). Plan Director de La Región Urbana de Cochabamba. CORDECO.
- Aguirre, L. F., Campero, M., Flores, C. O. C., Delgado, R., Rejas, D., Ricaldi, T., Rico A., Prado-Velasco, P.E., Veizaga-Rosales J.M., Bellot, N., Lara, J.S., Galarza, I., Saavedra, L., Gareca, E., Cahill, J., Arrázola, S., Mercado, M., Fernandez, C., Rivero, M., Ayma, A., Fajardo Pozo, J. P. (2022, December 7). Corredores Biológicos Urbanos de Cochabamba. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/EZDKX>
- Benedict, M., McMahon, E. (2006). Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. Bibliovault OAI Repository, the University of Chicago Press. 22.
- Canet-Desanti, L., Herrera-Fernandez, B., & Finegan, B. (2012). Efectividad de Manejo en Corredores Biológicos: el caso de Costa Rica. *Revista Parques*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/309549197_Efectividad_de_manejo_en_corredores_biologicos_el_caso_de_Costa_Rica
- Castells, M. (1995). La ciudad informacional. Tecnologías de la información, reestructuración económica y el proceso urbano-regional. Madrid: Alianza

- Corti, M. (2019). *Diez principios para ciudades que funcionen*. Buenos Aires: Café de las Ciudades.
- Fadigas, L. (2009). La Estructura Verde en el Proceso de Planificación Urbana. *Ciudades*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/321464901_La_estructura_verde_en_el_proceso_de_planificacion_urbana
- GAM Cochabamba. (2016-2020). *Plan Territorial de Desarrollo Integral del Municipio de Cochabamba*. Cochabamba.
- Gámez Bastén, Vicente. (2005). *Sobre sistemas, tipologías y estándares de áreas verdes en el planeamiento urbano*. Revista Electrónica DU&P. Diseño Urbano y Paisaje Volumen II N°6. Centro de Estudios Arquitectónicos, Urbanísticos y del Paisaje
- Higueras García, E. (2012). *Urbanismo Bioclimático*. Madrid: GG.
- Instituto Nacional de Estadística. (2015). *Cochabamba, Censo de Población y Vivienda 2012*. INE.
- Loza A., Torrez G., Vargas F. y otros (2019). Kunturillo, Recuperación y Recualificación del Río Rocha, Fase 1 Análisis de Situación. UMSS. ISBN: 978-99974-0-779-5.
- Mena, C., Ormazabal, Y., Morales, Y., Santelices, R., & Gajardo, J. (2011). Índices de área verde y cobertura vegetal para la ciudad de Parral (CHile), mediante fotointerpretación y SIG. *Ciencia Florestal*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/277105545_Indices_de_area_verde_y_cobertura_vegetal_para_la_ciudad_de_Parral_Chile_mediante_fotointerpretacion_y_SIG
- Moreno, O., Lillo, C., & Gárate, V. (2014). La infraestructura verde como espacio de integración. La Plata. Retrieved from <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/53434>
- Prado Velasco, P. E. (2006). *Lineamientos para la puesta en valor de la estructura (verde) ecológica de la Ciudad de Cochabamba (Municipio de Cercado)*. doi:10.13140/RG.2.2.10408.21767
- Remolina, F. (2006). Propuesta de tipología de corredores para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá. *Revista nodo N° 1*, 13-20. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/277266440_Propuesta_de_tipologia_de_corredores_para_la_Estructura_Ecologica_Principal_de_Bogota
- Reyes Pácke, S., & Figueroa Aldunce, I. M. (2010). Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *EURE*.
- Rueda, S. (2006). El Urbanismo Ecológico. Un nuevo urbanismo para abordar los retos de la sociedad actual. Retrieved from <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/UrbanismoEcologicoSRueda.pdf>
- Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., & Williams, J. (1998). *Manejo de las áreas verdes urbanas*. Washington.
- Teng M, Wu Ch, Zhou Z, Lord E, Zheng Z. (2011) *Multipurpose greenway planning for changing cities: A framework integrating priorities and a least-cost path model*. Landscape Urban Planning.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. New York: United Nations.