

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



**La regulación del microclima exterior de las viviendas a través de
parámetros urbanísticos en bosques tropicales húmedos
Centro Poblado Isuyama, Tambopata**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE
BACHILLER EN ARQUITECTURA**

AUTOR

Yara Isabel Polanco Zarate

CÓDIGO

20152157

ASESOR:

Graciela del Carmen Fernandez de Cordova Gutierrez
Marta Rosa Vilela Malpartida

Lima, enero, 2024



PUCP

Facultad de Arquitectura
y Urbanismo

INFORME DE SIMILITUD

FERNANDEZ DE CORDOVA GUTIERREZ, GRACIELA DEL CARMEN y VILELA MALPARTIDA, MARTA ROSA docentes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesoras del trabajo de investigación titulado: LA REGULACIÓN DEL MICROCLIMA EXTERIOR DE LAS VIVIENDAS A TRAVÉS DE PARÁMETROS URBANÍSTICOS EN BOSQUES TROPICALES HÚMEDOS CENTRO POBLADO ISUYAMA, TAMBOPATA

del /de la autor(a)/ de los(as) autores(as)

POLANCO ZARATE, YARA ISABEL

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 13%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 13 de febrero 2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima 26 de abril del 2024

Apellidos y nombres de la asesora: FERNANDEZ DE CORDOVA GUTIERREZ, GRACIELA DEL CARMEN	
DNI: 06448928	Firma
ORCID: 0000-0003-0663-1113	

Apellidos y nombres de la asesora: VILELA MALPARTIDA, MARTA ROSA	
DNI: 10004333	Firma
ORCID: 0000-0001-6822-8210	

RESUMEN

La ocupación residencial permanente de sectores intermedios entre lo urbano y lo rural se ha incrementado estos últimos años en el Perú, siendo los principales argumentos los beneficios que representa vivir en entornos con un mayor contacto con la naturaleza y a la vez mantener una proximidad a áreas urbanas consolidadas. Sin embargo, los parámetros urbanos que se aplican en este sector no favorecen a preservar estas condiciones de habitabilidad, sino por el contrario están afectando la preservación de los ecosistemas y sus servicios. Esta situación se está dando en el Centro Poblado Isuyama, siguiendo parámetros de ocupación residencial similares a los de la ciudad. Ello está ocasionando una disminución de la vegetación nativa y, por ende, alteraciones en los servicios reguladores dados por los bosques tropicales húmedos, viéndose a futuro como una ocupación poco sostenible. Entonces, ¿qué parámetros urbanísticos contribuyen a los criterios de conservación de vegetación nativa de bosques tropicales para regular el microclima exterior de las viviendas urbano-rurales sin alterar el equilibrio ecosistémico? Se utiliza una metodología de análisis inductivo evaluando el grado de influencia de los parámetros como el emplazamiento de la vivienda e intensidad de ocupación sobre criterios de conservación de la vegetación nativa como la distribución de la cobertura vegetal, las características de la vegetación y la incidencia de radiación solar sobre las superficies construidas. Además, se realiza un análisis cuantitativo considerando la influencia de la morfología actual del Centro Poblado de Isuyama en relación con la regulación del microclima. De esta manera, con el fin de lograr una gradualidad sostenible entre lo urbano y rural, es necesario considerar parámetros urbanísticos espaciales si se va a ocupar zonas intermedias, evaluando previamente las condiciones necesarias para el equilibrio de cada ecosistema.

ÍNDICE

1. INICIO

- 1.1. Título
- 1.2. Tema
- 1.3. Problema de investigación
- 1.4. Pregunta de investigación
- 1.5. Palabras clave

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

4. MARCOS DE REFERENCIA

4.1. Marco Teórico

- 4.1.1. Servicio regulador del bosque tropical húmedo
- 4.1.2. Los factores que influyen el microclima urbano
- 4.1.3. La regulación del microclima urbano a través de la vegetación nativa

4.2. Marco Metodológico

- 4.2.1. Criterios de diseño urbano relacionados a la conservación de vegetación
- 4.2.2. Gestión de bosques y conservación de vegetación nativa en zonas rurales

5. ESTUDIO DE CASO

6. HIPÓTESIS

7. OBJETIVOS

8. METODOLOGÍA

9. ANÁLISIS Y RESULTADOS

10. CONCLUSIONES

11. BIBLIOGRAFÍA

12. ANEXOS

TÍTULO:

La regulación del microclima exterior de las viviendas a través de parámetros urbanísticos en bosques tropicales húmedos.

Centro Poblado Isuyama, Tambopata.

TEMA:

La ocupación residencial se ha incrementado en los espacios intermedios entre lo urbano y lo rural, realizándose sin considerar la conservación de los ecosistemas, en este caso, el de los bosques tropicales húmedos. En ese escenario se plantea parámetros urbanísticos que se oriente a conservar la vegetación nativa para la regulación del microclima exterior de las viviendas.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Los parámetros urbanísticos para las viviendas urbano-rurales siguen los mismos criterios que zonas urbanas con mayor densidad edificatoria y condiciones naturales distintas. Ello restringe el aporte que presenta la conservación de vegetación nativa para la regulación del microclima exterior de las viviendas, un beneficio aún presente en estos espacios intermedios entre lo urbano y lo rural. En este contexto, se cuestionan los criterios urbanísticos que contribuyen a la regulación del microclima exterior de las viviendas mediante la conservación de la vegetación nativa, la cual es una condición importante para el equilibrio del ecosistema de los bosques tropicales húmedos.

PALABRAS CLAVE:

Parámetros urbanísticos, vegetación nativa, regulación del microclima, bosque tropical húmedo, urbano-rural.

ESTADO DE LA CUESTIÓN:

La ocupación de viviendas en zonas urbano-rurales ha crecido debido a los beneficios paisajísticos y bioclimáticos que ofrece el entorno natural. Dado que son ocupaciones residenciales recientes, existe una mayor posibilidad de conservar la vegetación presente a través de ciertos criterios de diseño urbano en los proyectos de vivienda. Entonces, es necesario tener parámetros urbanísticos con criterios específicos que puedan conservar las condiciones que han atraído esa mayor ocupación residencial, principalmente relacionadas a mantener el servicio de regulación.

Con relación al aumento de viviendas en zonas urbano-rurales, Prados (2012) indica que los beneficios físicos y estéticos de vivir próximos a entornos naturales preservados son los que atraen a la población como un nuevo entorno residencial, entre lo urbano y lo rural. Entonces, para zonas en proceso de urbanización, Timini (2012) menciona que se debe buscar un patrón bioclimático que tome en cuenta todas las consideraciones sobre el tejido urbano y también defina las características tipológicas del espacio construido. Esto debido a que la morfología urbana genera un comportamiento microclimático específico que influye en el microclima exterior. En el caso de Argentina, en relación a parámetros urbanísticos, se ha incorporado una serie de criterios y estándares mínimos de sustentabilidad para las nuevas viviendas según regiones bioclimáticas, buscando incrementar la superficie permeable y lograr una eficiencia térmica en los ambientes construidos (SADS, 2019).

En las regiones tropicales, se trabaja más la relación entre el tejido urbano con la regulación del microclima a través de la vegetación, considerando los efectos de la orientación de la calle, la altura de los edificios, los materiales de construcción y la distribución de la vegetación. Debido a las altas temperaturas y humedad, el confort climático se da a través de la protección solar, a través de elementos que den sombra y la protección del viento. En este sentido, la vegetación puede ser un buen regulador natural para lograr un confort climático, ya que puede dar sombra y ser una barrera para direccionar el viento, protegiendo las superficies construidas (Therán et al., 2019). Sin embargo, las características físicas de la especie vegetal van a condicionar su efectividad en relación a la modificación de la temperatura como del área de sombra que se proyecte en los volúmenes arquitectónicos (Vargas y Molina, 2013).

En cambio, respecto a la vegetación en entornos urbanos, Moreno y Lourenço (2018) señalan que la ocupación urbana ha modificado la cobertura de los bosques a superficies planas con menores grados de permeabilidad o edificaciones, con lo cual se tiene más superficies que absorben y emiten radiación. A ello se suma, la poca consideración de especies nativas que alteran las propiedades ecosistémicas autóctonas, generando así un microclima con mayores temperaturas.

En Sao Paulo, la temperatura en zona urbana se incrementa más o menos 4°C con respecto a la de los bosques próximos, evidenciándose la importancia del servicio regulador de los bosques tropicales húmedos para la absorción directa de radiación solar. Además, Reyes (2015) menciona, en relación a la distribución de vegetación en zonas urbanas de mayor densidad, que la intensidad de ocupación de suelo, la morfología urbana y la alta densidad poblacional ha restringido el incremento de vegetación.

En el caso de Santiago de Chile, se utilizan los indicadores de cobertura vegetal como la cobertura vegetal por habitante con el mínimo recomendado por la OMS de 9 m² de área verde por habitante, la cobertura vegetal total, suelos impermeabilizados, suelo desnudo sin cobertura vegetal, entre otros. En los sectores más tugurizados de Santiago se ha complicado la distribución espacial de la vegetación y comprometido la calidad ambiental. Por lo cual, se ha optado por incrementar la cobertura vegetal en espacios públicos y, en las nuevas urbanizaciones, generar políticas urbanas que exijan áreas de cobertura vegetal asociadas a la morfología urbana y densidad poblacional.

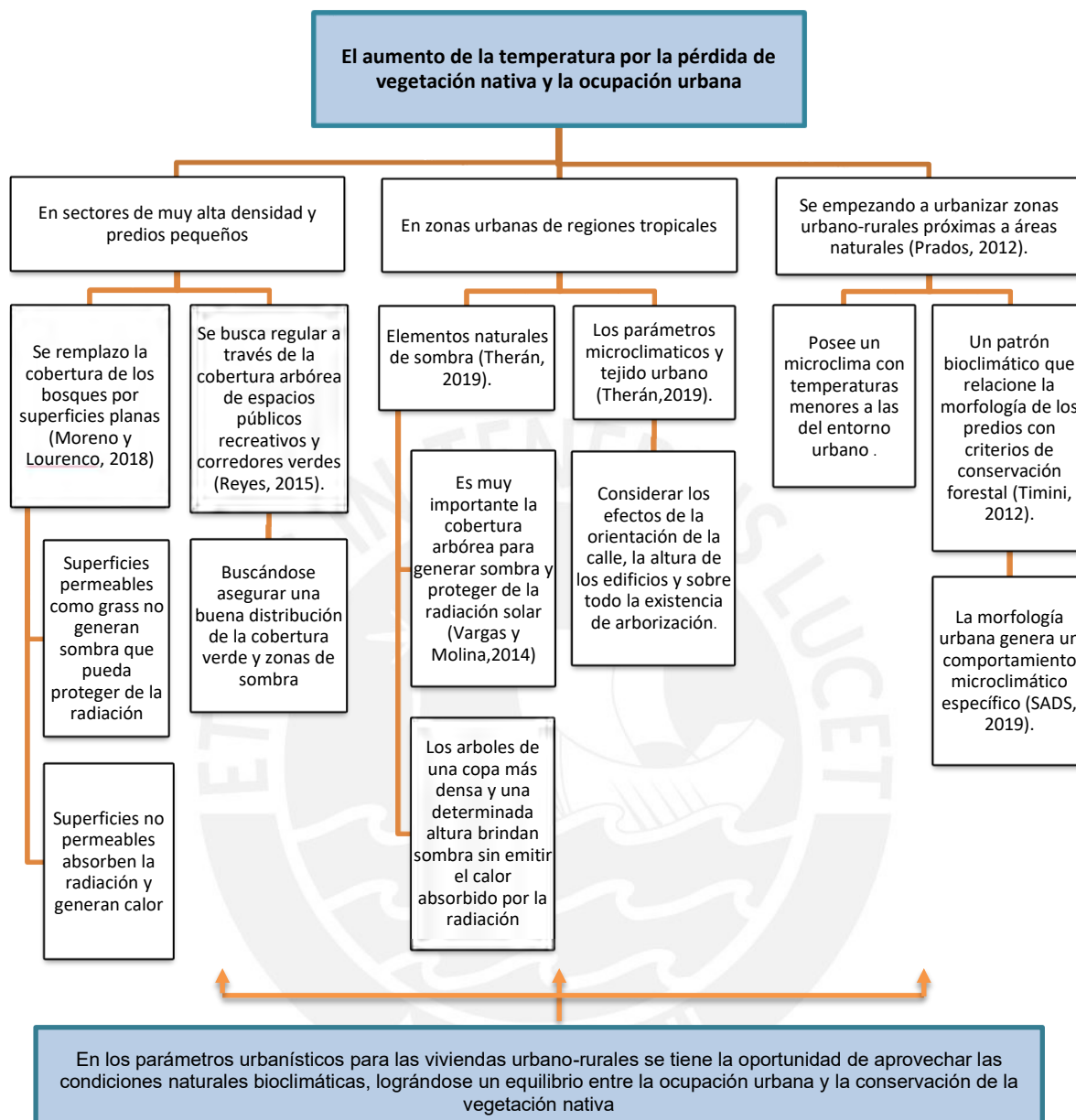


Gráfico 01: Síntesis del Estado de cuestión. Elaboración propia.

En síntesis, los sectores urbanos consolidados muestran con mayor claridad los criterios que han influido en el aumento de la temperatura, como la morfología urbana, la impermeabilización del suelo, la falta de vegetación y la sobreexposición de superficies que absorben radiación. En este sentido, los parámetros para zonas urbano-rurales parten de la preocupación por mantener el microclima de una zona rural considerando esos criterios de diseño urbanos en relación a la conservación de la vegetación. Principalmente, con un clima cálido húmedo, la vegetación es el recurso presente más efectivo para regular el microclima y bloquear la incidencia de radiación solar.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Qué parámetros urbanísticos contribuyen a los criterios de conservación de vegetación nativa de bosques tropicales para regular el microclima exterior de las viviendas urbano-rurales sin alterar el equilibrio ecosistémico?

MARCO DE REFERENCIA:

MARCO TEÓRICO

Servicio regulador del bosque tropical húmedo

Existen distintos tipos de bosques según las condiciones geográficas y su nivel de formación de cobertura vegetal, delimitando cada uno un ecosistema particular complejo que actúa como una unidad funcional y brinda determinados bienes y servicios a la población (MINAM, 2019). En este sentido, Bacaria (1997) clasifica todos estos servicios prestados por el ecosistema que no se pueden cuantificar como bienes públicos puros, porque su consumo no está limitado a una propiedad, es decir, es un servicio que se presta a todo el entorno y puede ser consumido por varios simultáneamente. En el caso de los bosques periurbanos, son espacios rurales de interacción entre la actividad agrícola y la expansión urbana.

Los bosques tropicales húmedos ofrecen varios servicios de regulación respecto al carbono, inundaciones, erosión, calidad de agua y climática. En este último servicio, tener una vegetación muy diversa y heterogénea genera un efecto regulador en la humedad y temperatura. Si bien los árboles absorben más la energía de la radiación solar y liberan agua a través de la fotosíntesis que contribuye en la reducción de temperatura, tener una mayor diversidad de especies le da una mayor capacidad de provisión de servicios (Balvanera, 2012).

Los factores que influyen en el microclima urbano

La calidad ambiental urbana se ve influenciada por factores geográficos y por los propios del ambiente construido como la morfología urbana, la densidad de las edificaciones y el nivel de impermeabilización; generándose una estructura urbana heterogénea con diferencias de temperatura, humedad y circulación de aire (Reyes, 2015).

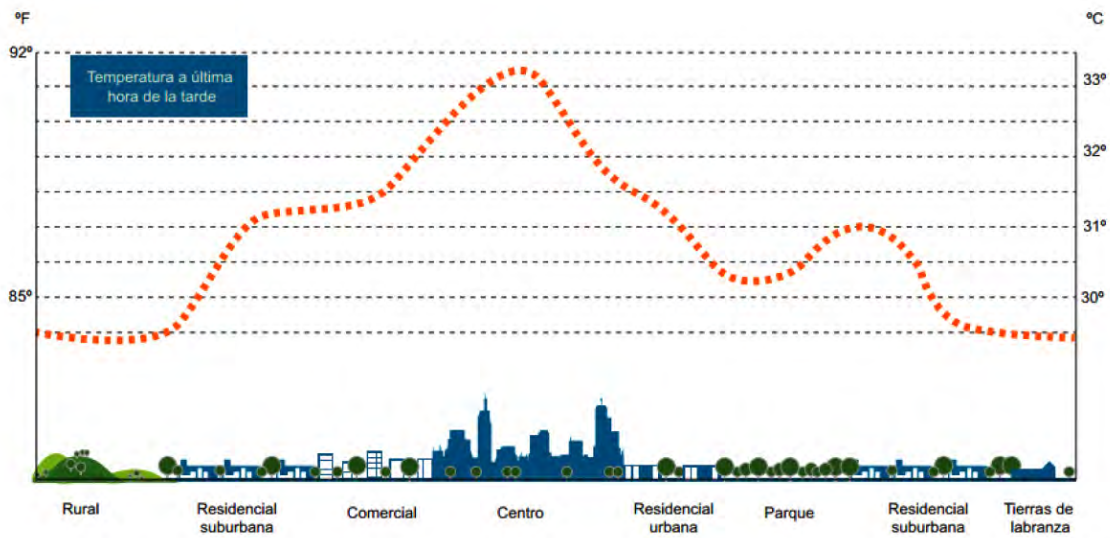


Gráfico 02: Modificaciones en el microclima urbano (Oke et al. 1999).

Como se muestra en el gráfico 02, los microclimas van cambiando de acuerdo a la morfología urbana, viéndose que en las zonas con superficies construidas más expuestas a la radiación y menos vegetación tienden a ser más calientes que las zonas rurales. En este sentido, al haberse modificado el paisaje por la ocupación urbana, se provoca un cambio en la distribución de la temperatura ocasionando los picos conocidos como “Islas de calor”. Este fenómeno se da por la acumulación de calor debido a las características físicas de las superficies, la falta de vegetación y la falta de ventilación (Therán et al., 2019; Vargas y Molina, 2013).

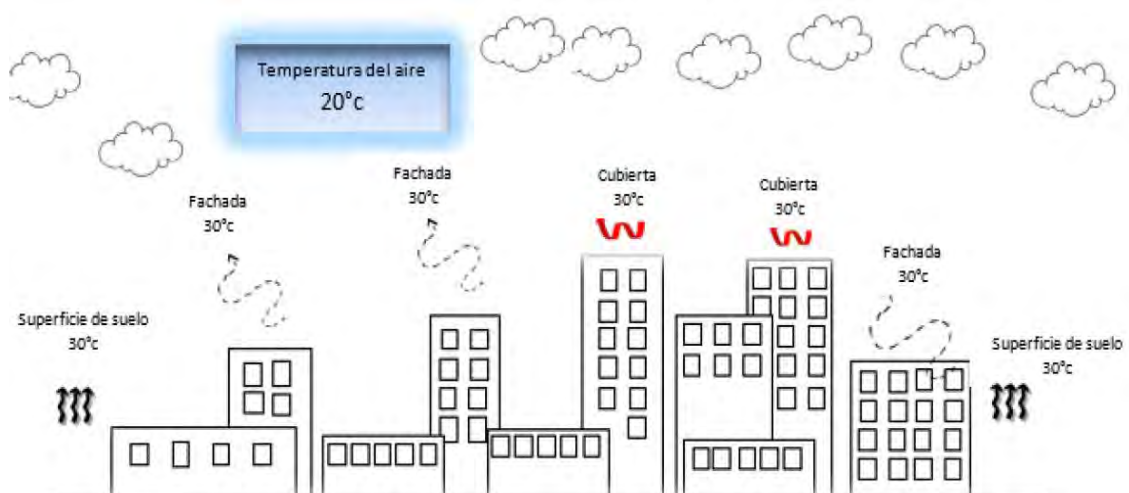


Gráfico 03: Perfiles de temperatura de isla de calor superficial (Therán et al., 2019).

Como se muestra en la gráfica 03, tanto las superficies de las edificaciones como las del suelo se calientan y elevan la temperatura circundante al estar más expuestas a la radiación solar (Vargas y Molina, 2013). En el espacio exterior, la persona siempre percibe la radiación solar de forma directa e indirecta (por la reflexión de la radiación en las superficies) y, por ende, la ganancia de calor es mucho mayor. El medio más eficaz para regular el microclima es la vegetación, ya que puede actuar como una pantalla que bloquee la radiación solar y en conjunto con superficies más permeables se puede evitar la reflexión de calor (Therán et al., 2019)

La regulación del microclima urbano a través de la vegetación nativa

Reyes (2015) señala respecto al rol regulador de la vegetación, que al ser un componente vivo modifica las características fisicoquímicas de su entorno, pudiendo contribuir directa e indirectamente en la regulación del clima urbano y otros servicios ecosistémicos. La vegetación es considerada un elemento de confort en el espacio urbano público y privado porque libera humedad, es una barrera protectora contra el viento y puede obstaculizar la incidencia de radiación en las superficies construidas. Sin embargo, su grado de efectividad está asociado a la densidad del follaje, de la forma de las hojas y de los patrones de ramificación. Por ello, se debe identificar su geometría (piramidal, horizontal, asimétrica, redondeada), altura (alta, mediana, baja, muy baja) y permeabilidad (alta, media, baja) para determinar la protección que puede dar frente a la radiación (Therán et al., 2019). La reducción media máxima de temperatura debido a un árbol está en el rango de 0,04 a 2°C por porcentaje cubierto de copa (Calleja et al., 2013). Por ello, su localización en relación a la edificación es importante, teniéndose que evaluar el área de sombra que proyecta en el volumen arquitectónico (Vargas y Molina, 2013).

Sin embargo, aparte de analizar las características físicas de la vegetación en relación a su protección contra la radiación, es necesario conocer su comportamiento, ya que al insertar una especie ajena al ecosistema no se sabe cuánto daño podría causar tanto al medio natural como a la infraestructura. Sin embargo, no es solo pensar en una cobertura vegetal cualquiera, viéndola con un criterio estético (Vargas y Molina, 2013). Como menciona Márquez (2016), la vegetación que es insertada en el entorno urbano deja de ser un hecho natural y altera las dinámicas internas del ecosistema y compromete algunos servicios, aún más si esta es una especie no nativa. Principalmente, este proyecto de árbol implica que, comparando con el hecho de conservar un árbol adulto, no va poder brindar los servicios ambientales ni paisajísticos en un corto plazo. Además de implicar un mantenimiento minucioso los primeros años,

se debe tener en cuenta ciertas consideraciones con su ubicación, como las edificaciones circundantes, orientación de asoleamiento, entre otros. Por ello, conservar un ecosistema de bosque implica concebirlo como un organismo sistémico que contempla una serie de relaciones de dependencia con otros elementos naturales, pudiendo estar en espacios públicos como en jardines domésticos, idealmente todos constituyendo una red.

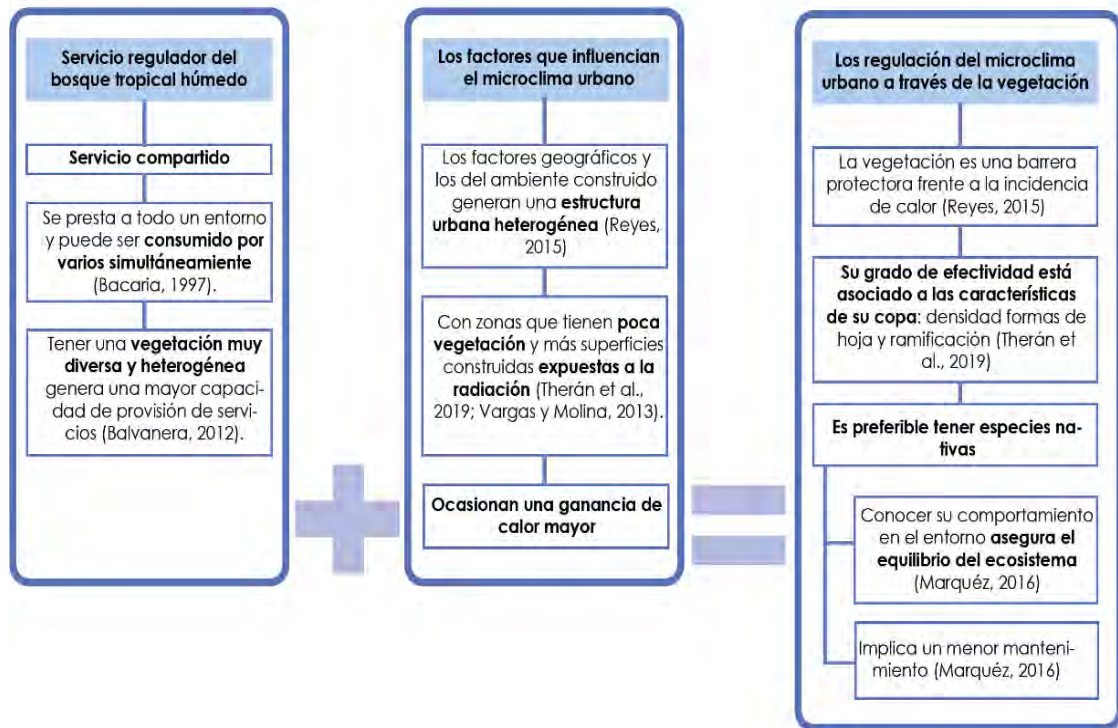


Gráfico 04: Síntesis del marco teórico. Elaboración propia.

MARCO METODOLÓGICO

Criterios de diseño urbano relacionados a la conservación de vegetación

Dada la disminución de área verde por el aumento de la ocupación del suelo sea con edificaciones o permeabilizándolo con losas de concreto u otros materiales (por cuestiones de mantenimiento y uso), se han fijado índices que determinen la conservación de la cobertura vegetal presente y/o que incrementen a través de la plantación (AEUB et al., 2009). La asignación de árboles por superficie construida indica que lo mínimo debe ser un árbol cada 20 m² de superficie (AEUB, 2006). Como un indicador óptimo, Maco y McPherson (2002) sugieren un 25% de cobertura arbórea como óptima.

Respecto a la reserva de espacio libre en interiores de manzana, se debería reservar un mínimo de 30% de la superficie interior (AEUB, 2006), el mismo porcentaje que se señala en el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú (2006) como área libre para cada predio. Además, el nivel de permeabilidad clasifica las superficies como permeable, semipermeable, impermeable con y sin edificación (AEUB, 2006), y para efectos de cálculo se mide entre 0 (mínima permeabilidad) y 1 (muy permeable) en relación a su conservación natural. Ese valor asignado es el factor de tipo de suelo que se multiplicará con el área de la superficie del suelo y el resultado se dividirá entre el área total de la zona de estudio (Giraud y Montes, 2017). La permeabilidad del suelo se debe considerar como un parámetro debido a que la ganancia de calor de un edificio se puede dar de forma indirecta por la reflexión de radiación en superficies de suelo poco absorbentes (Guimarães, 2008).

La orientación de una edificación define que superficies están más expuestas a una cantidad de radiación en determinadas horas, por ello, la orientación óptima para reducir el impacto de la radiación es de forma paralela al sol. Si bien la fachada norte en el hemisferio sur está expuesta más horas a recibir sol, el ángulo de incidencia solar es más perpendicular al suelo que en la orientación este y oeste (Gráfico 04). Por ello, es más sencillo plantear los elementos de protección para el lado norte (Guimarães, 2008).

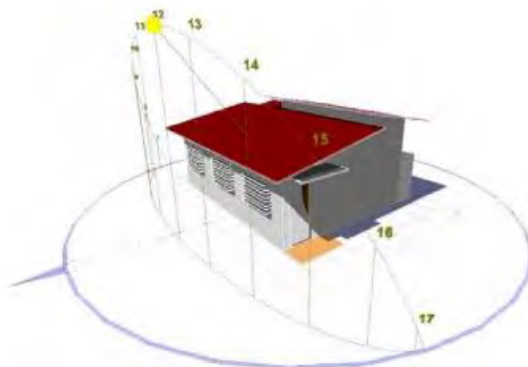


Gráfico 05: La orientación de un edificio en el eje este-oeste (Guimarães, 2008).

En cambio, en las fachadas este y oeste se recomienda proteger a través barreras vegetales, ya que el ángulo de incidencia de solar es mucho más bajo. La ubicación de la vegetación en relación a la edificación y superficies está determinada por la exposición, el grado de absorción y reflexión de las superficies y la proyección de sombras. Como se muestra en el gráfico 05, en la protección este y oeste, las sombras de los árboles son más eficaces en las primeras horas y últimas de asoleamiento, ya que se proyectan más alargadas (Guimarães, 2008).

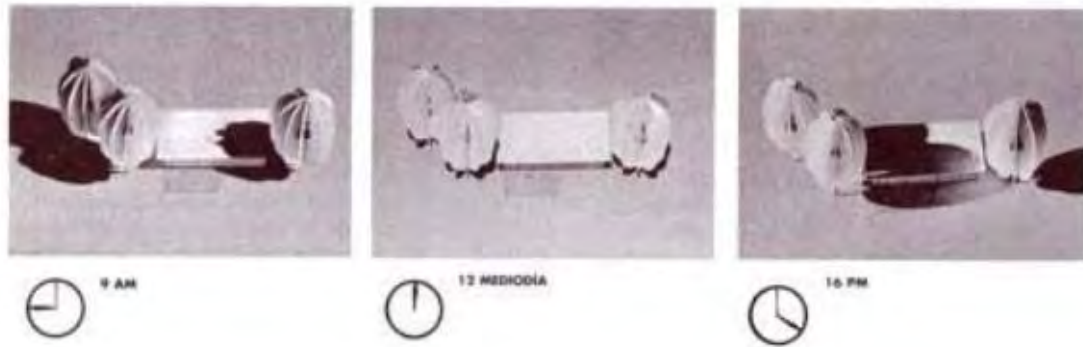


Gráfico 06: La proyección de sombra de los árboles en las fachadas este y oeste en determinadas horas (Guimarães, 2008).

Gestión de bosques y conservación de vegetación nativa en zonas rurales

En el manejo de los bosques tropicales, las intervenciones antrópicas que se permitan deben asegurar la oferta de los servicios. Una de las acciones para revertir la degradación del ecosistema es la restauración que parte de la rehabilitación, reforestación de especies nativas y la recuperación de bosques secundarios. Sin embargo, si bien se pueden recuperar algunos servicios de regulación, no se logran alcanzar las condiciones naturales propias de las zonas que han sido conservadas (Balvanera, 2012). Por lo cual, primero se debe conocer su zonificación relacionando la capacidad de uso, tipo de bosque, la distribución de la biodiversidad forestal y de fauna silvestre, condiciones de fragilidad y estado de conservación con las intervenciones antrópicas como la intensidad de ocupación y estado de naturalidad o transformación. Ello determina las posibilidades y limitaciones de su uso, así como el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

En la ley Forestal y de fauna silvestre (Ley 29763, 2015), se da un planteamiento de conservación por medio del ordenamiento, la delimitación de áreas para protección, restricción y regulaciones de uso, la adopción de criterios e indicadores de sostenibilidad del manejo, entre otros. Este plan de ordenamiento rural orientado a la conservación es importante para tener las condiciones óptimas naturales y antrópicas, principalmente en relación a la distribución de cobertura vegetal para asegurar la distribución de servicios y el equilibrio ecosistémico.

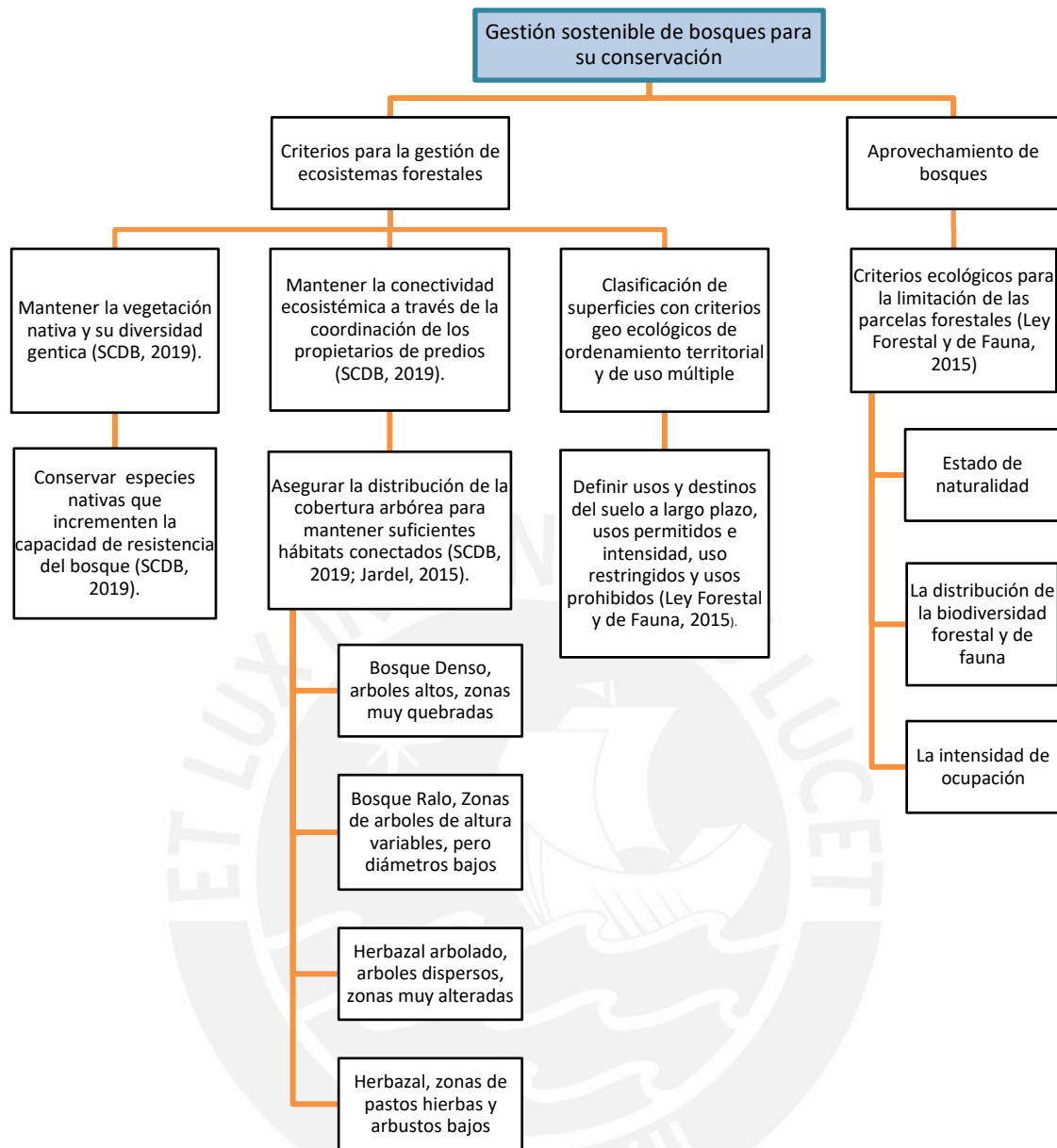


Gráfico 07: Gestión sostenible de bosques para su conservación. Elaboración propia.

Como se muestra en la gráfica 07, se debe tener en consideración tanto la distribución de la cobertura vegetal como las características de la vegetación para la conservación y uso sostenible de las especies del ecosistema de bosque tropical. Considerar el rol de cada especie o la composición del hábitat es fundamental, ya que se debe evitar acciones que pongan en riesgo las funciones ecológicas vitales y mantener la diversidad genética. Además, la conservación de especies nativas permite que se incremente la capacidad de resistencia del bosque, principalmente ante fenómenos climáticos como el aumento de temperaturas. Coordinar con los propietarios el mantenimiento de la conectividad ecosistémica entre hábitats también es fundamental para mantener la distribución de servicios y la protección de la movilidad de la fauna (SCDB, 2019).

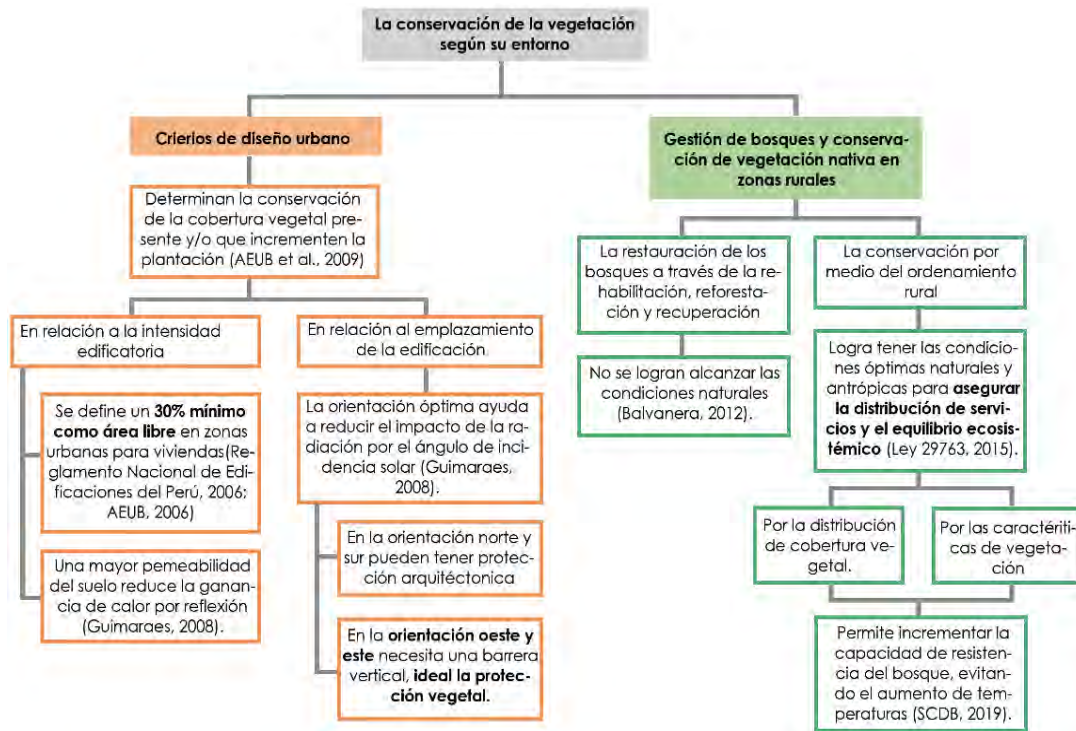


Gráfico 08: Síntesis del marco metodológico. Elaboración propia.

ESTUDIO DE CASO:

El Centro Poblado Isuyama se ha vuelto una zona residencial urbano-rural atractiva debido a las condiciones naturales relacionadas a la conservación de la vegetación nativa. Principalmente, presentar un microclima con una menor temperatura durante los meses de verano, entre agosto y marzo (gráfico 09), que zonas urbanas ya consolidadas de Tambopata es uno de los factores que ha incentivado el uso residencial. Sin embargo, los parámetros urbanísticos que se utilizan en los proyectos de vivienda no contemplan criterios de conservación, pudiendo comprometer el equilibrio ecosistémico del bosque tropical húmedo y su servicio regulador.

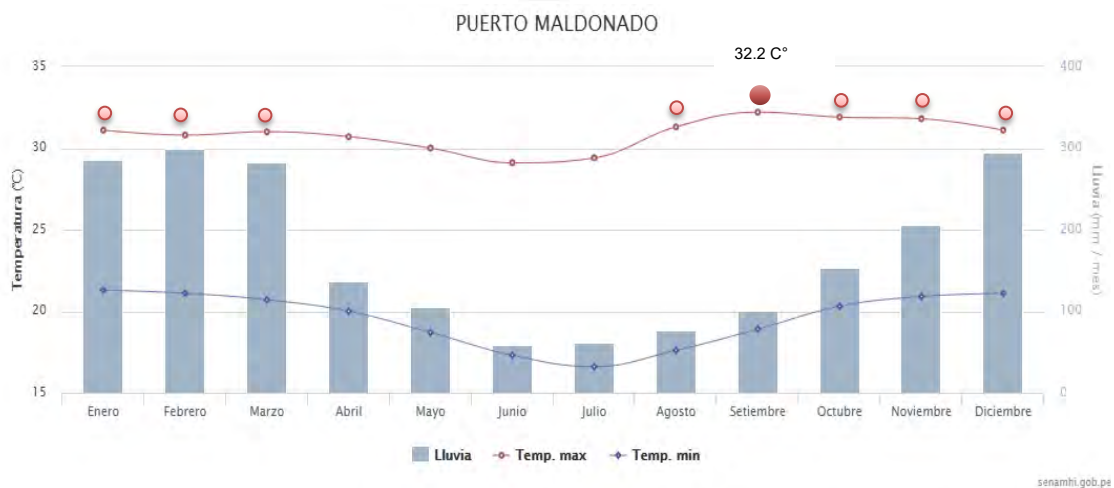


Gráfico 09: Promedio de temperaturas por mes de Puerto Maldonado. Fuente: Senamhi

Se tiene un área de estudio de 18 600 m² aproximadamente que pertenece al Centro Poblado de Isuyama, clasificada como zona urbano-rural de reglamentación especial según el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Puerto Maldonado vigente. Está dentro de la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, por lo que según su reglamentación especial está destinada a la protección ecológica. Sin embargo, permite ciertos usos como el residencial de densidad baja, comercio vecinal, recreativo, entre otros. La principal vía de acceso es la Carretera Chapajal-Botafogo que conecta con el centro de la ciudad a 6 km de distancia, pero también tiene acceso fluvial a través del Río Tambopata.



Gráfico 10: Ubicación de la zona de estudio. Elaboración propia a partir de imágenes satelitales de Google Earth.

Los actores principales son los dueños de los predios, de los cuales solo algunos viven de forma permanente en la zona. Los predios restantes con edificaciones son viviendas de temporada, donde los dueños van ocasionalmente. Como se aprecia en el gráfico 10, la zona presenta una morfología parcialmente homogénea con un trazado regular perpendicular a la Carretera, donde se diferencia solo 3 predios, uno por ser 3 veces mayor al promedio y dos por ser la mitad. Además, esta colinda por el norte con la Zona de Conservación Privada (ZCP) Refugio K'erenda Homet, la cual tiene una extensión de 35.40 hectáreas dedicada a la conservación de una muestra representativa de bosque tropical húmedo (MINAM, 2010). Ello, de cierta forma garantiza que la zona va tener próximo un entorno natural conservado, beneficiándola tanto por el valor paisajístico como por los servicios ecosistémicos. Sin embargo, ello también muestra lo necesario que son normativas urbanas para no llegar a que este se quede aislado.



Gráfico 11: Oferta inmobiliaria próxima al Centro Poblado Isuyama. Fuente: Selva Perú Inmobiliaria y Multiservicios Terrazas.

Como se ve en el gráfico 11, escenario actual muestra que se están realizando habilitaciones urbanas residenciales próximas al sector, cuyo atractivo son las condiciones naturales y su proximidad con el centro de la ciudad. Esto ha aumentado el valor de los predios dentro del Centro Poblado y han variado los usos. Se conserva el uso residencial, pero se han adaptado zonas de comercio y servicios turísticos a la vivienda. Además, la morfología de los predios está cambiando reduciéndose el tamaño y aumentándose la intensidad de ocupación.

HIPÓTESIS:

Los parámetros urbanísticos como el emplazamiento de la vivienda e intensidad de ocupación influyen en los criterios de conservación de la vegetación nativa para la regulación del microclima exterior de las viviendas a través de la distribución de la cobertura vegetal, las características de la vegetación y la incidencia de radiación solar sobre las superficies construidas.

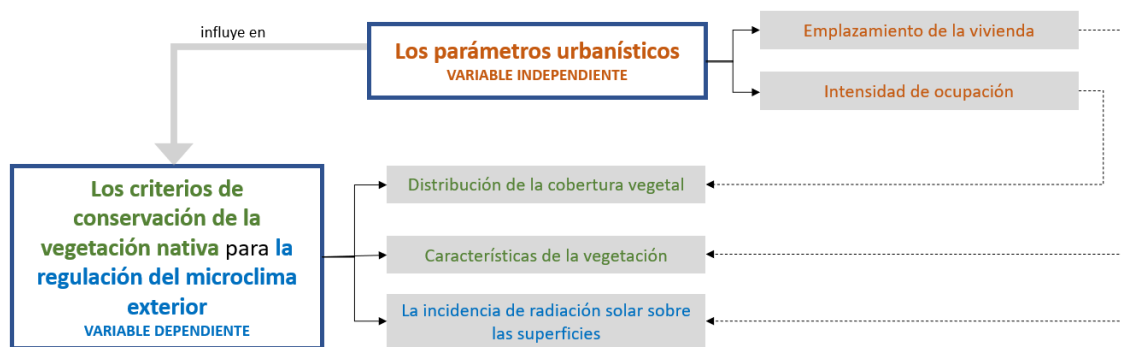


Gráfico 12: Variables de investigación. Elaboración propia.

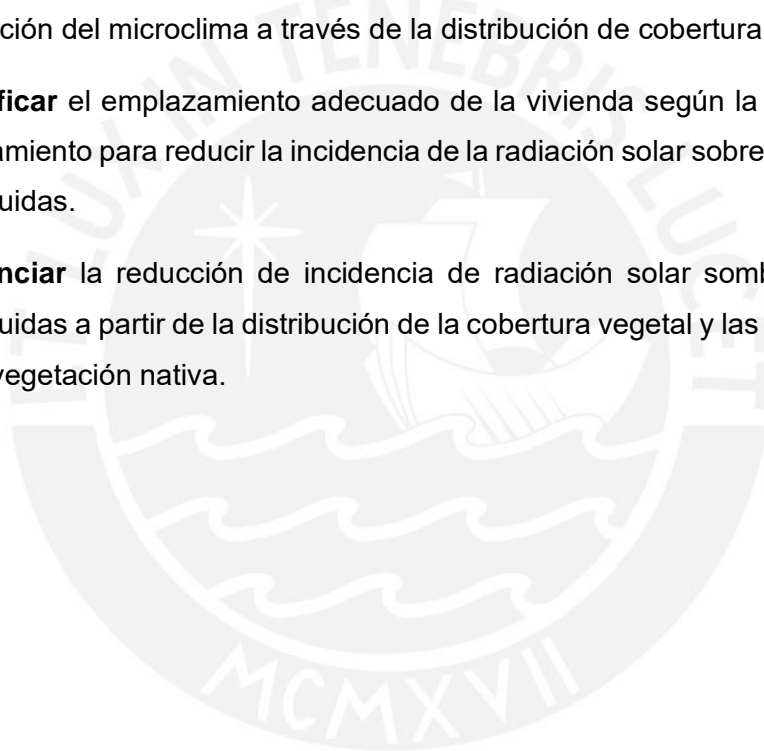
OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

Aportar al conocimiento sobre los parámetros urbanísticos que contribuyen a la regulación del microclima exterior de las viviendas mediante criterios de conservación de vegetación nativa, sin alterar el equilibrio ecosistémico de los bosques tropicales húmedos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. **Identificar** los criterios de intensidad edificatoria óptimos que favorezcan a la regulación del microclima a través de la distribución de cobertura vegetal.
2. **Identificar** el emplazamiento adecuado de la vivienda según la orientación de asoleamiento para reducir la incidencia de la radiación solar sobre las superficies construidas.
3. **Evidenciar** la reducción de incidencia de radiación solar sobre superficies construidas a partir de la distribución de la cobertura vegetal y las características de la vegetación nativa.



METODOLOGÍA DE ANÁLISIS:

		VARIABLES	METODOLOGÍA	CONTRASTE DE VARIABLES
DEPENDIENTE	Regulación del microclima exterior de la vivienda urbana rural del bosque tropical húmedo	Incidencia de la radiación solar sobre las superficies construidas	1. Medición de la intensidad de incidencia de radiación según su orientación en cada superficie durante el mes de mayor temperatura a través del software Formit.	<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué superficies se encuentran más expuestas a la absorción y refracción de radiación según su orientación?
		Distribución de la cobertura vegetal	2. Identificación de los patrones de distribución de la cobertura vegetal de los predios privados a través fotografías aéreas de Google Earth y Global Forest Watch.	Distribución por agrupación: Patrón heterogéneo: óptimo Patrón homogéneo: intermedio Distribución lineal: mínimo
		Características de la vegetación nativa	3. Identificación de las características físicas como la altura y densidad de copa la vegetación nativa en relación a la sombra proyectada.	<ul style="list-style-type: none"> ¿De qué manera influyen las características físicas como densidad de copa de la vegetación nativa en la incidencia de la radiación sobre las superficies construidas?
INDEPENDIENTE	Parámetros urbanísticos que no alteran el equilibrio ecosistémico	Emplazamiento de la vivienda	4. Identificación del emplazamiento óptimo en base a la orientación de asoleamiento y su posición en relación a la vegetación.	<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué criterios de emplazamiento son los más óptimos para evitar mayores incidencias de radiación solar?
		Intensidad de ocupación	5. Identificación de la intensidad de ocupación de cada predio en relación al área libre a través del coeficiente de edificación y nollí.	<ul style="list-style-type: none"> ¿Con una menor intensidad de ocupación se favorece a la distribución más óptima de la vegetación para una mejor regulación del microclima?

Tabla 01: Metodología de análisis. Elaboración propia.

ANÁLISIS PARA LA COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

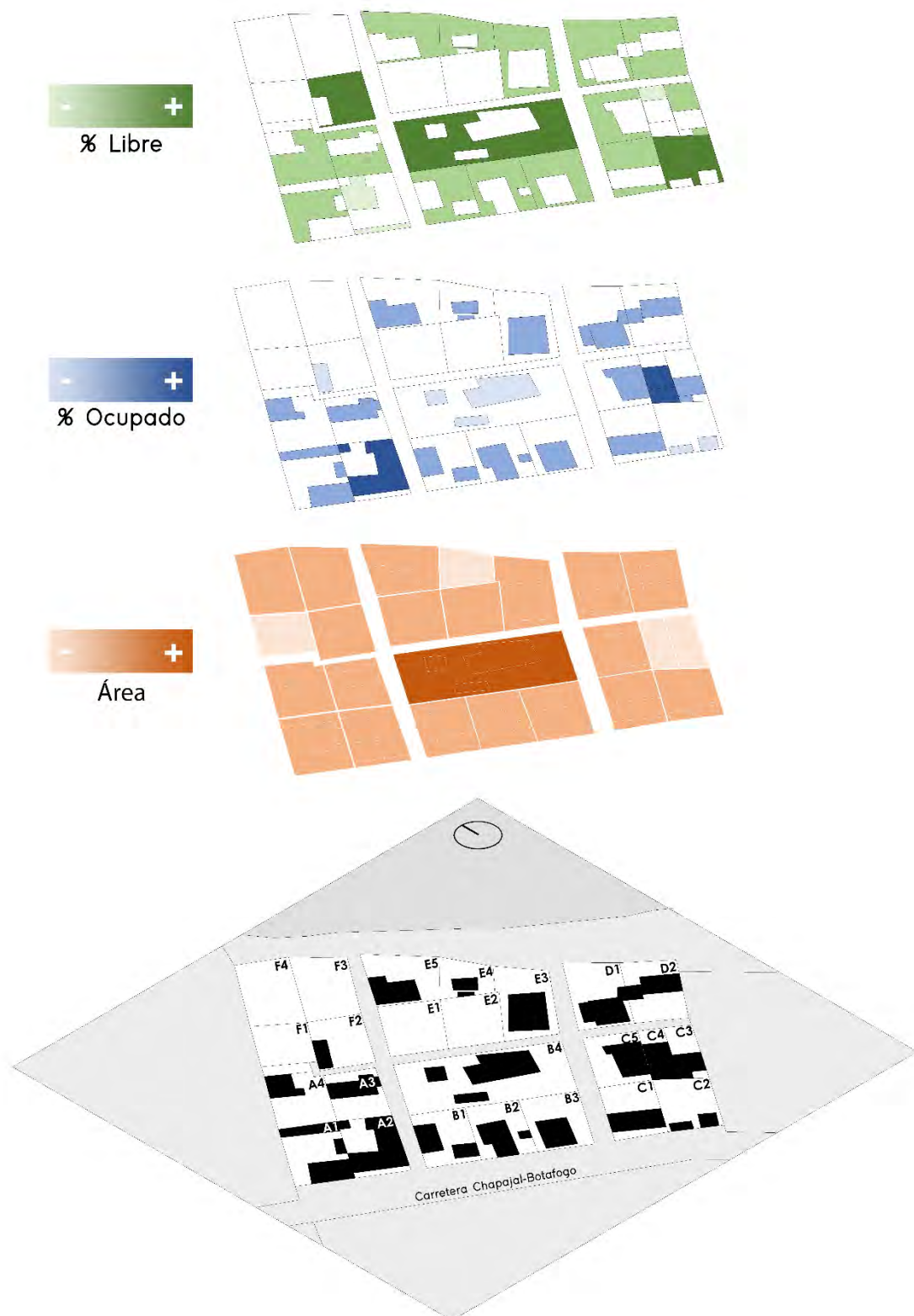


Gráfico 13: Noli e intensidad de ocupación de suelo.

Fuente: Datos obtenidos de Plano de catastro de Puerto Maldonado e imágenes satelitales de Google Earth – Elaboración propia.

A partir de la superposición de capas, se muestra una morfología mayormente homogénea de los predios residenciales con condiciones similares en su intensidad de ocupación y su emplazamiento. La mayoría está dentro de un rango medio de área, porcentaje de ocupación y porcentaje de área libre, y presentando mínimamente retiros en dos frentes. Sin embargo, resaltan el predio B4 y C4 debido a que presentan condiciones opuestas marcadas, principalmente respecto al área, el B4 tiene 3 veces el área promedio, mientras que el C4 es la mitad. Además, analizando las manzanas donde se encuentran los dos predios, la ocupación de edificaciones se encuentra de forma más dispersa, lo cual permite que las edificaciones tengan un distanciamiento entre ellas y se perciba una mayor área libre. Mientras que en la manzana C, las edificaciones colindan entre ellas, teniéndose en algunos casos solo un frente libre.



Gráfico 14: Identificación de diámetros de copa de la vegetación.

Fuente: Datos obtenidos de imágenes satelitales de Google Earth – Elaboración propia

Respecto a la distribución de la vegetación, se observa distintos diámetros de copa diseminados entre el área libre de los predios residenciales y las zonas colindantes, por lo que analizándola como un conjunto existe una buena distribución heterogénea de la cobertura vegetal. Además, se encuentra que la vegetación de mayor diámetro, la cual supera los 15 m, se ubica en el predio B4, los predios no ocupados y las zonas colindantes. Mientras que los de menor diámetro, los cuales no superan los 5m, están en los predios de menor área como C3 y C4.

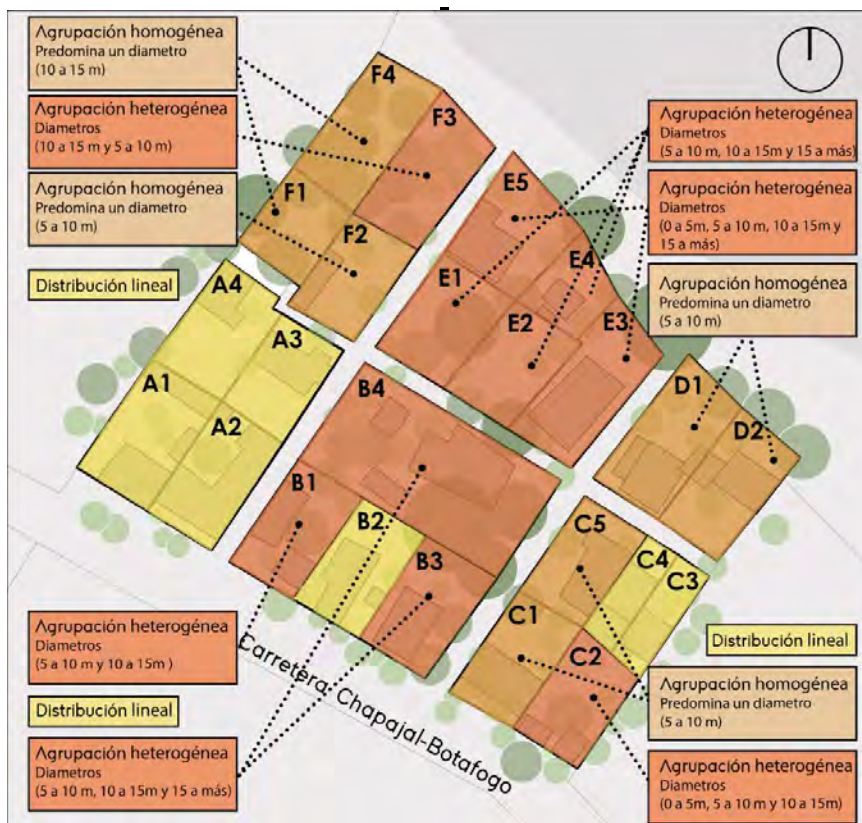


Gráfico 15: Identificación de los patrones de distribución de vegetación

Fuente: Datos obtenidos de imágenes satelitales de Google Earth – Elaboración propia

Patrones de distribución de cobertura vegetal		Regulación del microclima	Equilibrio ecosistémico
Distribución lineal		Aceptable, protege en una orientación	Aceptable, Servicios ecosistémicos aislados
Agrupación de vegetación	Heterogéneo (varios grupos de alturas y diámetros de copa)	Optimo protege en varias orientaciones	Optimo, Complementariedad entre especies y buena distribución de servicios
	Homogéneo Un grupo de alturas y diámetros de copa)	Optimo protege en varias orientaciones	Aceptable, Buena distribución de servicios

Tabla 02: Influencia de la distribución de la cobertura vegetal en la regulación del microclima y equilibrio ecosistémico. Elaboración propia.

Por ello, de acuerdo al análisis de patrón de puntos y formas de distribución de vegetación, se identifica que los predios C4 y C3 poseen una distribución lineal, debido a su reducida área libre, lo cual restringe tanto el diámetro de copa como su distribución. De esta forma, se limita al servicio regulador protegiéndose solo las superficies y se aísla a la especie vegetal, comprometiendo el equilibrio ecosistémico. En cambio, en el predio B4 se encuentra una distribución agrupada heterogénea de vegetación, pudiéndose conservar un mayor número especies con distintos diámetros de copa, protegiéndose la mayoría de los frentes de la edificación.



Gráfico 16: Identificación de servicios de vegetación compartida entre predios.

Fuente: Datos obtenidos de imágenes satelitales de Google Earth. Elaboración propia.

Sin embargo, en los lotes promedio varían los patrones de distribución, debido a que el área libre necesariamente no garantiza tener vegetación. En este sentido, es importante identificar los árboles que son compartidos, ya que el servicio regulador que prestan no está restringido al límite de los predios y más bien se puede brindar a varios simultáneamente. Como se observa en el gráfico 16, todos los predios se ven beneficiados por la vegetación circundante que no está dentro del límite del lote, y una condición que favorece ello son los retiros en sus frentes.

N° Predio	Área total	Área ocupada	% Ocupado	Área libre	% Libre	Coefficiente de edificación	Área ocupada por vegetación	% del área de vegetación del área libre	Árboles contribuyentes	Árboles del predio
1A	754.30 m ²	214.00 m ²	28.4%	540.30 m ²	71.6%	0.28	76.98 m ²	14.2%	3	1
2A	692.70 m ²	432.00 m ²	62.0%	260.70 m ²	38.0%	0.62	100.00 m ²	38.3%	3	3
3A	556.88 m ²	145.66 m ²	26.2%	411.22 m ²	73.8%	0.26	6.83 m ²	10.0%	2	1
4A	651.21 m ²	269.57 m ²	41.4%	381.64 m ²	58.6%	0.41	114.99 m ²	30.1%	4	3
1B	649.05 m ²	212.52 m ²	32.7%	436.53 m ²	67.3%	0.33	159.93 m ²	36.6%	3	2
2B	638.28 m ²	152.49 m ²	23.9%	485.79 m ²	76.1%	0.24	56.7 m ²	11.7%	3	0
3B	686.30 m ²	186.53 m ²	27.2%	499.77 m ²	72.8%	0.27	349.26 m ²	69.9%	8	6
4B	1895.62 m ²	284.57 m ²	15.0%	1611.05 m ²	85.0%	0.15	1211.22 m ²	75.2%	17	11
1C	630.15 m ²	232.31 m ²	36.9%	397.84 m ²	63.1%	0.37	190.6 m ²	47.9%	8	6
2C	616.11 m ²	26.77 m ²	4.3%	589.34 m ²	95.7%	0.04	372.69 m ²	63.2%	8	5
3C	328.55 m ²	116.23 m ²	35.4%	212.32 m ²	64.6%	0.35	88.67 m ²	41.8%	3	2
4C	294.41 m ²	174.88 m ²	59.4%	119.53 m ²	40.6%	0.59	35.85 m ²	30.0%	1	1
5C	600.00 m ²	210.70 m ²	35.1%	389.3 m ²	64.9%	0.35	162.57 m ²	41.8%	4	3
1D	717.96 m ²	141.19 m ²	19.7%	576.77 m ²	80.3%	0.20	197.09 m ²	34.2%	3	2
2D	787.29 m ²	228.43 m ²	29.0%	558.86 m ²	71.0%	0.29	258.59 m ²	46.3%	6	5
3E	823.98 m ²	250.54 m ²	30.4%	573.44 m ²	69.6%	0.30	212.52 m ²	37.1%	3	1
4E	401.38 m ²	87.55 m ²	21.8%	313.83 m ²	78.2%	0.22	136.52 m ²	43.5%	5	2
5E	733.05 m ²	231.48 m ²	31.6%	501.57 m ²	68.4%	0.32	189.55 m ²	37.8%	4	3
2F	594.93 m ²	85.74 m ²	14.4%	509.19 m ²	85.6%	0.14	126.12 m ²	24.8%	4	3

Tabla 03: Relación entre la intensidad de ocupación y la distribución de la cobertura vegetal. Elaboración propia.

Entonces, ya analizando cifras de ocupación, se identifica que en su totalidad los predios superan el mínimo del 30% de área libre estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Sin embargo, el área ocupada por vegetación está entre 75% y el 10% del área libre. Es decir, en el peor de los escenarios se tendría un 3 % y en el mejor un 22% del área total con el 30% mínimo de área libre. Además, al considerar el tamaño del predio se restringe aún mas la ocupación de la vegetación, como se evidencia en el predio 4C que tiene 294.41 m² área total, se tiene solo un árbol que proyecta¹ 35.85 m². En cambio, el predio 4B, con un área de 1895 m², es el que alberga al mayor número de árboles, con 11 dentro de su propiedad y se beneficia de otros 6 árboles circundantes, lográndose un área proyectada por la vegetación de 1211.22 m² que permite una mejor distribución en los 1611.05 m² de área libre.

Respecto a la influencia de la orientación en la incidencia de radiación solar, se analizó un escenario con las edificaciones sin vegetación para que las superficies estén completamente expuestas a la absorción directa e indirecta de la radiación. Ello ha permitido identificar las superficies más y menos expuestas según su orientación, sin ninguna alteración por el bloqueo que genera la vegetación.

¹ Se refiere al área de la copa que se proyecta en el suelo.

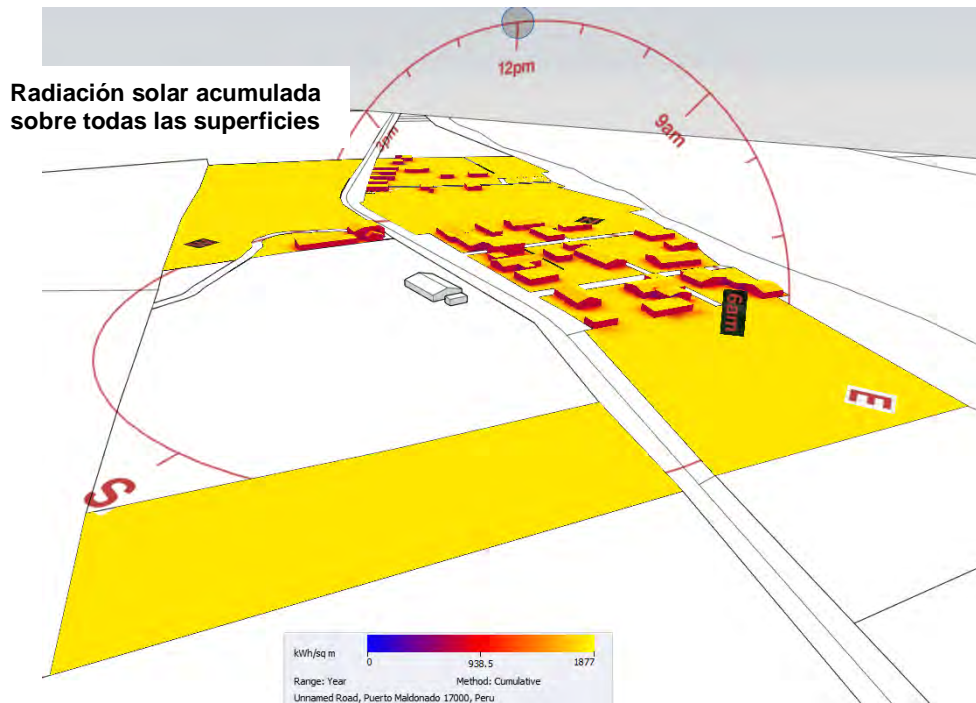


Gráfico 17: Radiación solar acumulada en el año sobre superficies sin vegetación

Fuente: Datos obtenidos en el software Formit – Elaboración propia

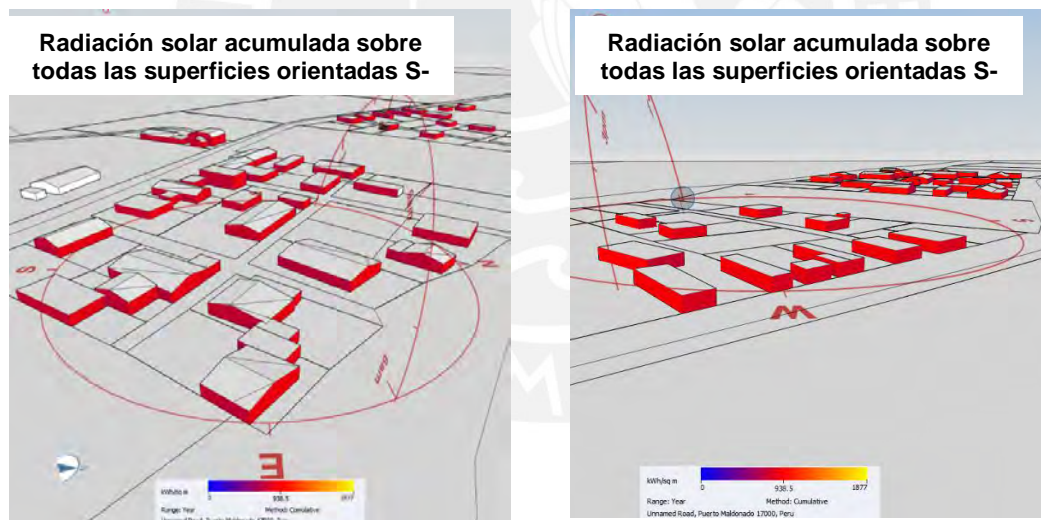


Gráfico 18: Radiación solar acumulada en el año sobre superficies según orientación

Fuente: Datos obtenidos en el software Formit – Elaboración propia

Debido a la orientación noreste de la vía principal, la morfología del Centro Poblado Isuyama sigue un trazado siguiendo esa cuadrante de orientación en sus vías secundarias, el trazado de los predios y la orientación de las construcciones, por lo que se evalúan asumiendo solo 4 orientaciones de las superficies laterales de las edificaciones.

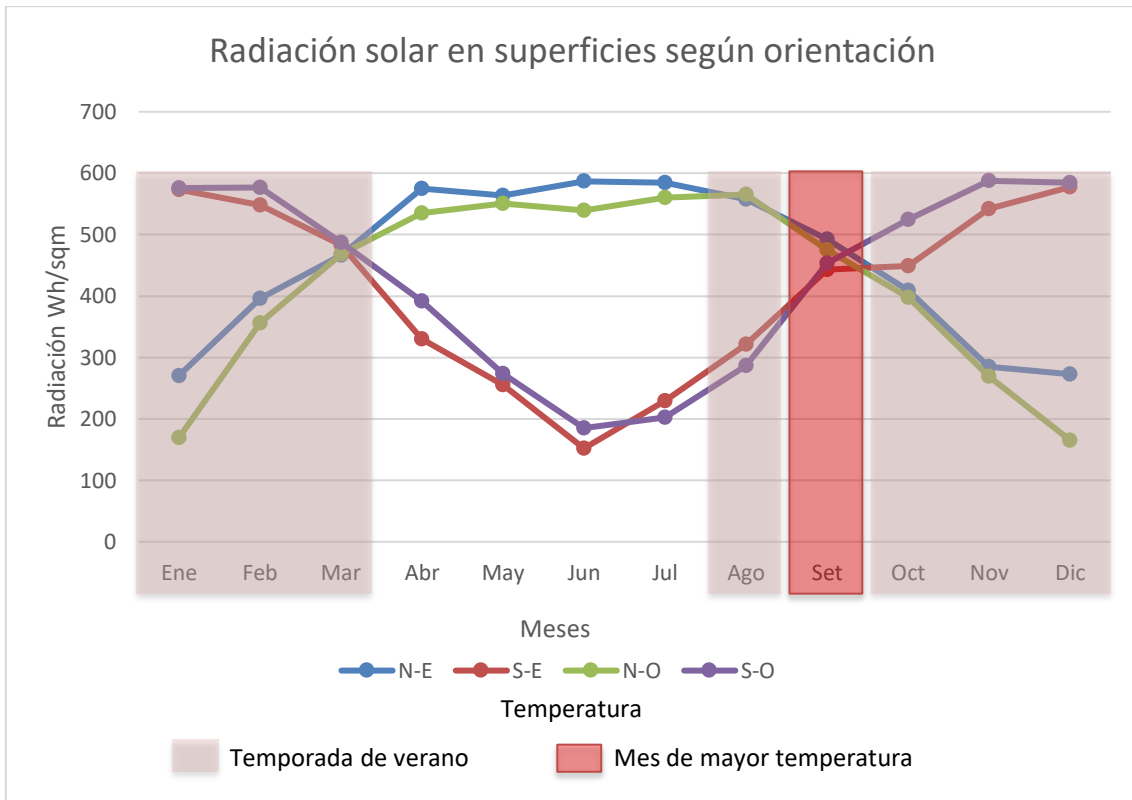


Gráfico 19: Radiación solar en superficies según orientación.

Fuente: Datos obtenidos en el software Formit – Elaboración propia

Entonces, se halló que la incidencia de radiación variaba durante el transcurso de los meses, encontrándose dos comportamientos marcados por la relación norte y sur de las orientaciones. Además, la intersección de las curvas de incidencia de cierta forma marca el cambio de temporada, mostrándose que la orientación sureste y suroeste recibe una mayor incidencia durante los meses de verano. Sin embargo, dado que se debe evaluar en setiembre, el mes de mayor temperatura, se encuentra una relación parcialmente opuesta, ya que las orientaciones relacionadas al norte superan por un mínimo a las de sur.

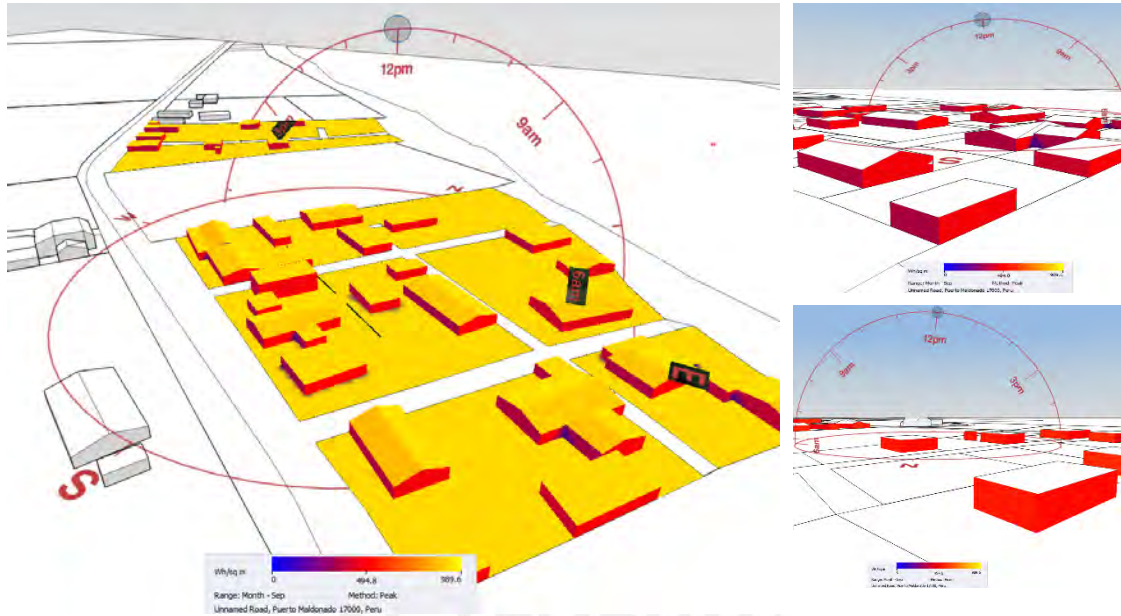


Gráfico 20: Radiación solar máxima en septiembre sobre superficies según orientación

Fuente: Datos obtenidos en el software Formit – Elaboración propia.

		ORIENTACIÓN			
		N-E	N-O	S-E	S-O
Incidencia de radiación solar durante el mes de septiembre	Max	578 Wh/sqm	565 Wh/sqm	488 Wh/sqm	390 Wh/sqm
	Min	431 Wh/sqm	440 Wh/sqm	463 Wh/sqm	246 Wh/sqm
SIN VEGETACIÓN					

Tabla 04: Incidencia de radiación solar sobre las superficies según su orientación en un escenario sin vegetación.

Fuente: Datos obtenidos en el software Formit – Elaboración propia.

De acuerdo al análisis de incidencia de radiación solar durante el mes de mayor temperatura (septiembre), se identifica que las superficies orientadas hacia el nor-oeste y nor-este sin ninguna protección de vegetación están más expuestas a la radiación, sin tener una diferencia significativa entre ambas. Estas llegan a absorber hasta 578 Wh/sqm con una orientación nor-este, debido a que la inclinación rayos solares genera una incidencia directa sobre las superficies. En cambio, las superficies orientadas hacia sur-este y sur-oeste llegan a absorber de forma indirecta, por lo cual la diferencia entre las incidencias máximas del norte con las del sur es significativa, con un promedio de 150 Wh/sqm.

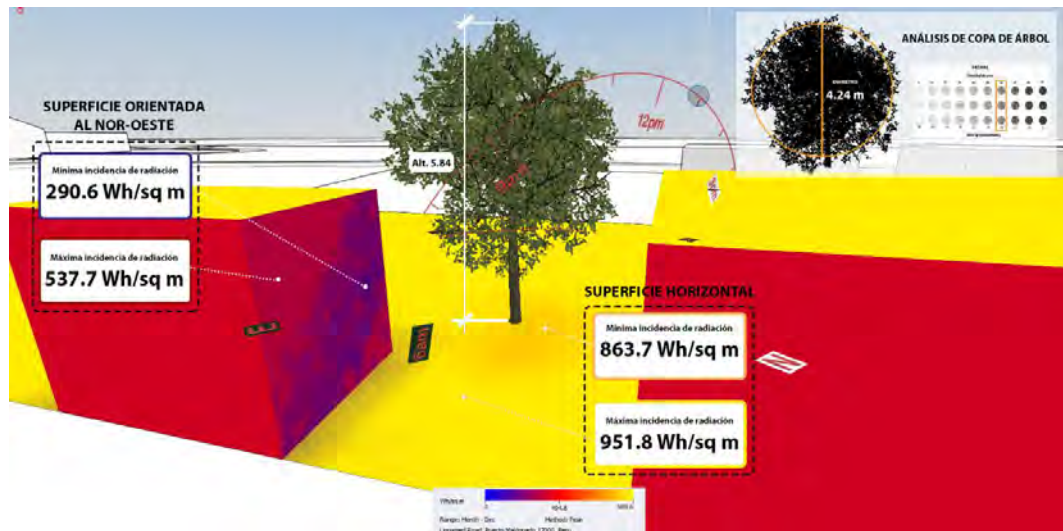


Gráfico 21: Radiación solar promedio de septiembre sobre superficies nor-oeste y horizontales con vegetación de altura media y de densidad alta.

Fuente: Datos obtenidos en el software Formit – Elaboración propia

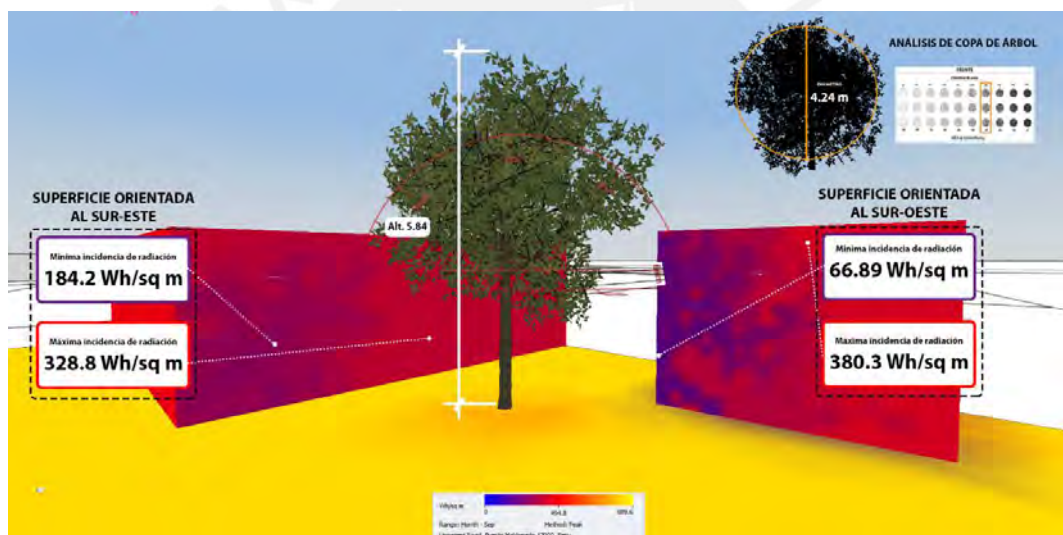


Gráfico 22: Radiación solar promedio de septiembre sobre superficies sur-oeste y sur-este con vegetación de altura media y de densidad alta.

Fuente: Datos obtenidos en el software Formit. Elaboración propia.

Como se observa en los gráficos 21 y 22, la reducción en la incidencia de radiación dada por la vegetación se proyecta sobre las superficies de forma focalizada, identificándose las zonas de menor incidencia con una mayor intensidad de azul. Por ello, en cada orientación varía el valor mínimo, ya que el árbol actúa como una barrera frente a la radiación directa. Entonces, la orientación suroeste tiene una mayor protección debido a la posición del árbol en relación a la edificación y la inclinación de los rayos solares pudiendo reducir hasta 66.89 Wh/sqm en ciertas áreas. Sin embargo, esta va aumentando gradualmente hacia las zonas más expuestas llegando a 380.3 Wh/sqm.

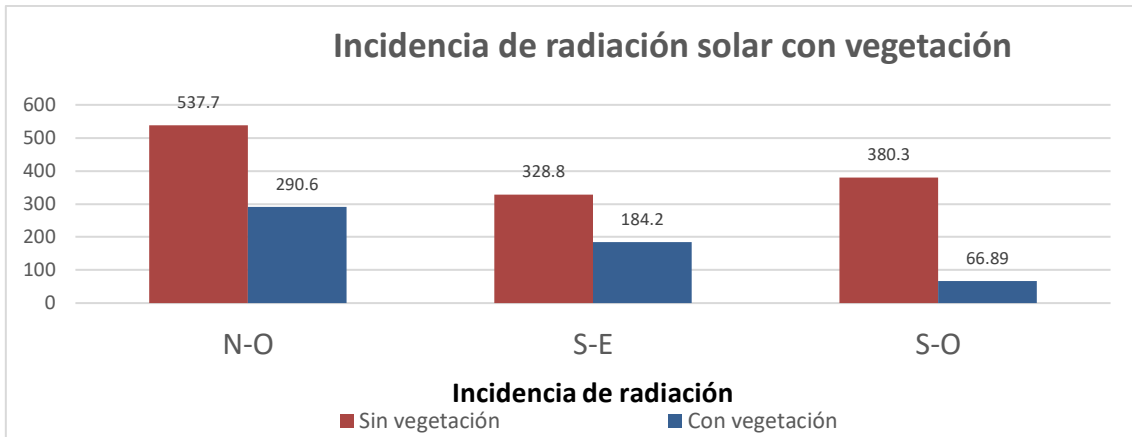


Gráfico 23: Cambios en la incidencia de radiación solar por la presencia de vegetación.

Fuente: Datos obtenidos en el software Formit – Elaboración propia.

Entonces, con la presencia de la vegetación, la incidencia de radiación ha disminuido significativamente, llegando a reducir un 82% de incidencia solar en las superficies orientadas al suroeste, 45% en el noroeste y un 43% en el sureste. Sin embargo, al hacer una diferencia entre las incidencias, la variación entre las incidencias de las superficies noroestes y suroestes se acorta con una diferencia de 247 Wh/sqm y 313.41 Wh/sqm. Por lo cual, la presencia de la vegetación en todas las orientaciones favorece a la regulación del microclima. Sin embargo, está variación no solo se da por la orientación, sino influyen la proximidad de la vegetación como las características de su copa.

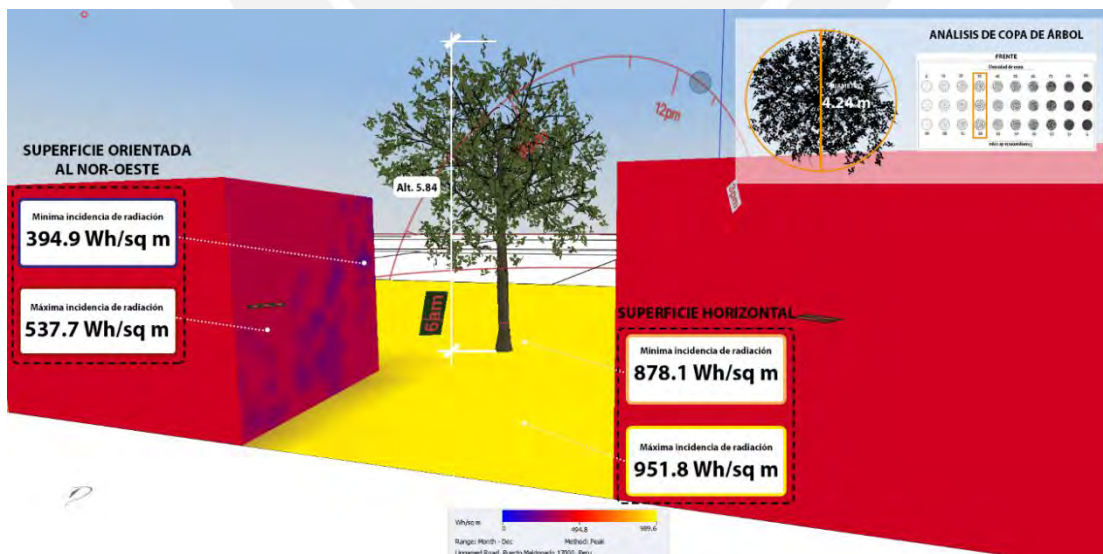


Gráfico 24: Radiación solar promedio de septiembre sobre superficies nor-oeste y horizontales con vegetación de altura media y de densidad alta.

Fuente: Datos obtenidos en el software Formit – Elaboración propia

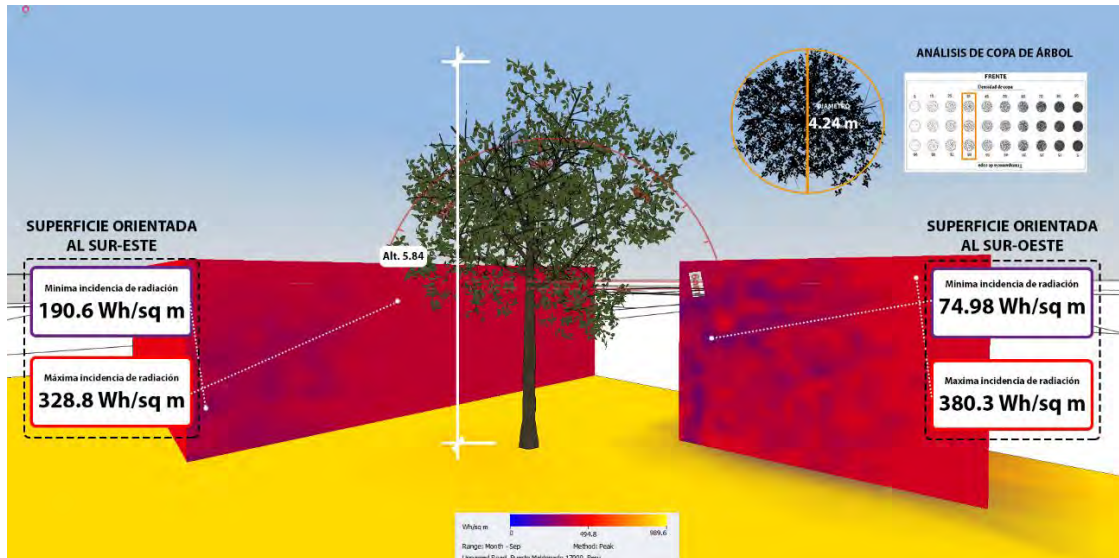


Gráfico 25: Radiación solar promedio de septiembre sobre superficies sur-oeste y sur-este con vegetación de altura media y de densidad baja.

Fuente: Datos obtenidos en el software Formit – Elaboración propia

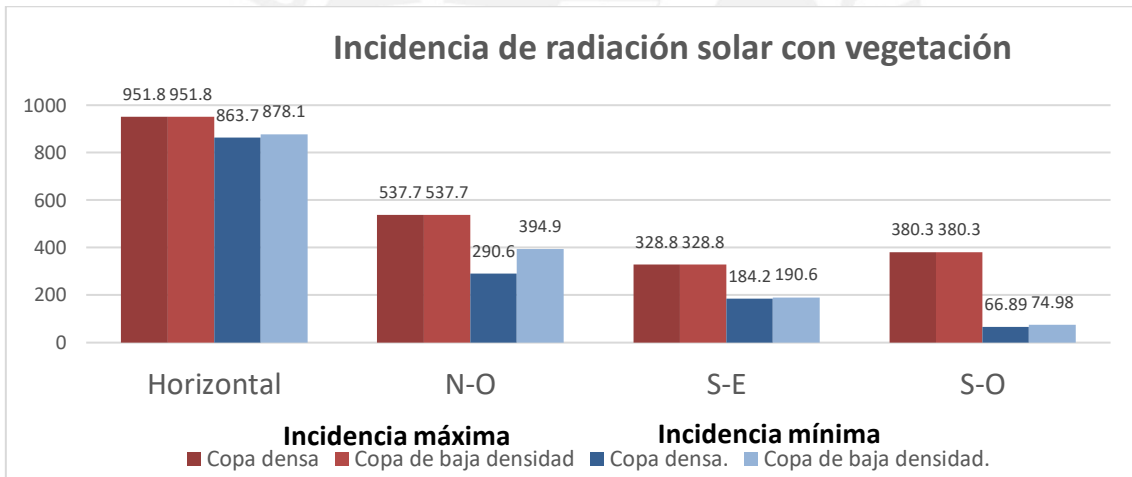


Gráfico 26: Cambios en la incidencia de radiación solar según la densidad de copa de la vegetación.

Fuente: Datos obtenidos en el software Formit – Elaboración propia.

No se tiene una variación en la incidencia máxima entre las diferentes copas debido a que la protección dada por la vegetación es limitada, focalizándose solo en ciertas áreas. Sin embargo, si existe una pequeña variación entre la protección de una copa más densa con una de menos densidad en las orientaciones de menor incidencia solar. La reducción más marcada respecto a la incidencia mínima es sobre las superficies noroeste, con reducción de 45% con una copa densa, mientras que con una de menor densidad solo se llega a reducir un 26%. La diferencia se va acentuando en estas superficies, ya que esta orientación recibe de forma directa la radiación, pudiéndose tener una mayor filtración con una copa menos densa.

CONCLUSIONES:

Los parámetros urbanísticos con un emplazamiento e intensidad de ocupación específicos según las condiciones del lugar contribuyen parcialmente a la regulación del microclima exterior mediante la conservación de vegetación nativa, ya que se logra una reducción de incidencia solar significativa de forma focalizada sobre las superficies construidas. Sin embargo, este aporte es parcial debido a que está condicionado a los criterios como la distribución de la cobertura vegetal y las características en su copa, pudiendo variar en su efectividad según el grado de protección que muestre la vegetación entorno a la edificación.

El planteamiento metodológico mediante el análisis cuantitativo de la relación entre los parámetros y la regulación permitió identificar las condiciones en las que se puede lograr una mayor contribución a través de los criterios de conservación de vegetación nativa. De esta forma, la regulación puede ser más eficiente si la edificación se emplaza próxima a vegetación con una distribución y características en su copa que bloqueen mayores áreas, ya que se genera una barrera menos permeable frente a la radiación solar.

En el Centro Poblado Isuyama se constató que la intensidad de ocupación debe determinar mínimos en área y coeficiente de edificación para que contribuya a la regulación del microclima, ya que este influye en los criterios de conservación como la distribución de cobertura vegetal. Esta debe superar al 30% estipulado en el Reglamento Nacional de Edificación, debido a que se necesita más área para tener una distribución heterogénea de la vegetación, la cual tiene un mayor aporte en la regulación.

Respecto al parámetro de emplazamiento de las viviendas, se evidencia que la orientación determina el grado de incidencia de radiación, pudiendo favorecer a la regulación del microclima con un emplazamiento donde las superficies de menor área tengan la orientación de mayor incidencia de radiación, mientras que las de mayor área estén en la orientación de menor incidencia. Además, el posicionamiento de la edificación contribuye a la regulación mediante la protección de las superficies más expuestas a la radiación con barreras vegetales, logrando reducir hasta un 82% según las características de la vegetación. En este sentido, tener un mayor grado de protección por la vegetación va depender de una mayor densidad de la copa, ya que esta característica permite que actúe como una barrera más sólida frente a la radiación.

Finalmente, los parámetros urbanísticos para viviendas si incluyen criterios como el emplazamiento y la intensidad de ocupación que pueden contribuir a la regulación del microclima, ya que definen las condiciones mínimas que debe cumplirse en cada predio. Sin embargo, para la zona intermedia entre lo urbano y lo rural, es necesario fijar estos criterios relacionándolos a las condiciones naturales que se debe preservar, evaluándose los escenarios más y menos favorables para no comprometer el equilibrio ecosistémico ni perjudicar a los residentes.



BIBLIOGRAFÍA:

- Agencia de Ecología Urbana de Barcelona. (2006). *Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla*, http://www.sevilla.org/urbanismo/plan_indicadores/0-Indice.pdf.
- Bacaria, J. (1997). Políticas de conservación de conservación de los bosques y la demanda de usos múltiples. *Economía Agraria*, (179), 89-114.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas* 21, 136-147.
- Calleja, U., González, A. y García, S. (2013). Arboricultura. *Hoja Divulgadora*, (14), 10.
- Guimarães, M. (2008). Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido – Húmedo. Análisis térmico de la cubierta ventilada. Tesis de Master. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Jardel, E. (2015). *Criterios para la conservación de la biodiversidad en los programas de manejo forestal*. CONAFOR: Jalisco.
- Ley N° 29763 de 2015. *Ley Forestal y de Fauna Silvestre*. 24 de septiembre del 2015. (Perú).
- Maco, S. y McPherson, E. (2002). Assessing canopy cover over streets and sidewalks in Street tree population. *J. Arboric*, 28 (6), 270-276
- Márquez, F. (2016). Bosque urbano, otro modo de entender el arbolado de la ciudad y su paisaje. *Conceptos*, 91 (496), 121-137.
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Resolución Ministerial N° 157-2010-MINAM*. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/rm_157-2010-minam.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Sexto Informe Nacional sobre Diversidad Biológica. La biodiversidad en cifras*, <https://www.sernanp.gob.pe/documents/10181/12318/Sexto+informe/7d809704-33c1-4bed-b051-ada95a9d57a6>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la construcción. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*.
- Moreno, A. y Lourenço, R. (2018). Emisividad de radiación y efecto invernadero por la ocupación urbana del suelo en la cuenca del río Una, Sao Paulo. *Cuadernos de Geografía*
- Oke, T., et al. (1999). The energy balance of central Mexico City during the dry season. *Atmospheric Environment*, 33.
- Prados, M. (2012). Naturbanización y patrones urbanos en los Parques Nacionales de Andalucía. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (60), 19-44.

Reyes, S. (2015). Contribución de la vegetación urbana a la calidad ambiental y la sustentabilidad en el área metropolitana de Santiago, Chile. *Ciudad y calidad de vida: Indagaciones y propuestas para un habitar sustentable*, 63-71.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina. (2019). *Plan de Acción Nacional de Infraestructura, Territorio, y Cambio Climático*, (Versión 1).

Secretaria del Convenio sobre la diversidad Biológica. (2009). *Gestión forestal sostenible, biodiversidad y medios de vida: Guía de buenas prácticas*.

Therán, K., et al. (2019). Microclima y Confort Térmico Urbano. *MODULO ARQUITECTURA CUC.*, 23(1), 49-88.

Tumini, T. (2012). *El microclima urbano en los espacios abiertos. Estudio de casos en Madrid*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

Vargas, O. y Molina, L. (2014). Arborizaciones urbanas estrategia para mitigar el calentamiento. *Revista nodo*, 8 (16), 99-108.



ANEXOS:

ANEXO 01: Tabla de Metodología de análisis completa

VARIABLES		METODOLOGÍA	CONTRASTE DE VARIABLES	
DEPENDIENTE	Regulación del microclima exterior de la vivienda urbana rural del bosque tropical húmedo	Incidencia de la radiación solar sobre las superficies construidas	6. Medición de la intensidad de incidencia de radiación según su orientación en cada superficie durante el mes de mayor temperatura a través del software Formit.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué superficies se encuentran más expuestas a la absorción y refracción de radiación?
		Reducción media máxima de temperatura por árbol	7. Identificación del grado de reducción de temperatura en relación a la densidad de copa del árbol en base a un rango determinado entre 0,04 a 2° C.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Con una mayor densidad de copa del árbol se logra una mayor reducción de temperatura?
		Distribución de la cobertura vegetal	8. Identificación de los patrones de distribución de la cobertura vegetal de los predios privados a través fotografías aéreas de Google Earth y Global Forest Watch.	Distribución por agrupación: Patrón heterogéneo: óptimo Patrón homogéneo: intermedio Distribución lineal: mínimo
		Características de la vegetación nativa	9. Identificación de las características físicas como la altura y densidad de copa la vegetación nativa en relación a la sombra proyectada.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Las características físicas como la altura y densidad de copa de la vegetación nativa logran proyectar más superficie de sombra?
INDEPENDIENTE	Parámetros urbanísticos que no alteran el equilibrio ecosistémico	Emplazamiento de la vivienda	10. Identificación del emplazamiento óptimo en base a la orientación de asoleamiento y retiros.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué criterios de emplazamiento son los más óptimos para evitar la incidencia solar?
		Permeabilidad del suelo	11. Valoración de la permeabilidad del suelo en base a un rango de 0 (sin permeabilidad) a 1 (muy permeable).	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Con la permeabilidad del suelo se favorece a la conservación de la vegetación nativa?
		Intensidad de ocupación	12. Identificación de la intensidad de ocupación de cada predio en relación al área libre a través del coeficiente de edificación y nollí.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Con una menor intensidad de ocupación se favorece a la conservación de la vegetación nativa?