

Bioclimatic Guidelines for a Housing Typology in the Special Regulation Zone of the “Pantanos de Villa” Wetland, Lima, Peru

Estrella Haydé Borjas Soriano¹; Hasmin Yajaira Velasquez Arque²; Geraldine Karen Galarza Velasque³; Viviana Lucia Panizo Hubner⁴; José Iannacone^{2,5}

¹Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, esbs079@gmail.com

²Universidad Científica del Sur, Perú, velasquezhasmin@gmail.com, jiannacone@cientifica.edu.pe

³Universidad Privada del Norte, Perú, N00083201@upn.pe

⁴Autoridad Municipal de los Pantanos de Villa, Perú, vpanizo@prohvilla.gob.pe

⁵Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, joseiannacone@gmail.com

Abstract– *The development of a bioclimatic framework with guidelines for the implementation of sustainable housing typologies in the Special Regulation Zone (SRGZ) in the Pantanos de Villa wetlands, Chorrillos, is key to preserving highly valuable ecosystems such as wetlands and achieving cohesion between the natural and urban. In this context, three environmental planning units of the SRGZ are analyzed: The Physical-Legal Sanitation Zone (SZ), the Surco River Underground Aquifer Protection Zone (ZPRS), and the Surface Upwelling and Runoff Protection Zone (ZPAES). This research, using a multicriteria AMC-PS analysis, evaluates four housing typologies (semi-detached, block, cooperative, and low-to-medium rise), and determines that the low-to-medium rise typology is ideal for optimizing land use, balancing density, and minimizing environmental impact. Additionally, a bioclimatic data sheet with sustainable design strategies is developed following a climate-urban analysis in comparison with Ordinance 1044 of the Municipality of Lima. This data sheet considers factors such as solar radiation, natural ventilation, water management, materials compatible with the environment, and soil characteristics. All of this leads us to conclude that implementing a bioclimatic data sheet for the development of a housing typology as a regulatory requirement can guarantee sustainable urban growth in the ZRE PV, as it will promote the coexistence of urbanization and ecological conservation.*

Keywords– *Wetland, Bioclimatic Datasheet, Special Regulatory Area, Housing typology, Urban Growth.*

Lineamientos Bioclimáticos para una tipología de vivienda en la Zona de Reglamentación Especial del Humedal “Pantanos de Villa”, Lima, Perú

Estrella Haydé Borjas Soriano¹; Hasmin Yajaira Velasquez Arque²; Geraldine Karen Galarza Velasque³;

Viviana Lucia Panizo Hubner⁴; José Iannacone^{2,5}

¹Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, esbs079@gmail.com

²Universidad Científica del Sur, Perú, velasquezhasmin@gmail.com, jiannacone@cientifica.edu.pe

³Universidad Privada del Norte, Perú, N00083201@upn.pe

⁴Autoridad Municipal de los Pantanos de Villa, Perú, vpanizo@prohvilla.gob.pe

⁵Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú, joseiannacone@gmail.com

Resumen– El desarrollo de una ficha bioclimática con lineamientos para la implementación de tipologías de vivienda sostenible en la Zona de Reglamentación Especial (ZRE PV) en los humedales Pantanos de Villa, Chorrillos, es clave para prevalecer ecosistemas de gran valor como los humedales, así como lograr una cohesión entre lo natural y lo urbano sin afectar su biodiversidad, por consiguiente, su conservación sostenible. En dicho contexto se analiza tres unidades de ordenamiento ambiental de la ZRE PV: la Zona de Saneamiento Físico-Legal (ZS), la Zona de Protección del Acuífero Subterráneo del Río Surco (ZPRS) y la Zona de Protección de Afloramiento y Escorrentía Superficiales (ZPAES). Esta investigación determina a través de un análisis multicriterio AMC-PS, en la que se evalúan cuatro tipologías de vivienda (pareadas, en bloque, cooperativas y de altura baja-media), que la tipología de altura baja-media es idónea por optimizar el uso del suelo, equilibrar la densidad y minimizar el impacto ambiental. Sumado a esto, se elabora una ficha bioclimática con estrategias de diseño sostenible tras un análisis climático-urbano con comparación con la Ordenanza 1044 de la Municipalidad de Lima, en dicha ficha se considera factores como la radiación solar, la ventilación natural, el manejo del agua, materiales compatibles con el entorno y características del suelo. Todo esto, nos lleva a concluir que implementar una ficha bioclimática para el desarrollo de una tipología de vivienda como requisito normativo puede garantizar un crecimiento urbano sostenible en la ZRE PV, pues promoverá la coexistencia entre urbanización y conservación ecológica.

Palabras clave-- Humedal, Ficha Bioclimática, Zona de Reglamentación Especial, Tipología de vivienda, Crecimiento urbano.

I. INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas hidrológicos que brindan múltiples servicios ecosistémicos con un valor económico, cultural y recreativo [1-5]. Sin embargo, el crecimiento urbano desordenado, la falta de un marco normativo adecuado, la contaminación y el cambio climático han fragmentado y degradado estos ecosistemas, poniendo en riesgo su sostenibilidad [6-7]. Si bien la expansión urbana ha atendido la demanda de viviendas, transporte e infraestructuras, su desarrollo sin planificación adecuada ha degradado,

contaminado y drenado estos ecosistemas para obtener terrenos disponibles [8].

El Humedal Los Pantanos de Villa, ha perdido el 82 % de su extensión debido al crecimiento urbano informal. A raíz de esta problemática para mitigar esta situación se creó 1998 la Zona de Reglamentación Especial de los Pantanos de Villa (ZRE PV), actualizada en 2020 por la Ordenanza 2264. Asimismo, la Ordenanza 1044 actualizó la zonificación de uso de suelos y los parámetros urbanísticos [9-10], mientras que el Reglamento Nacional de Edificaciones fomenta que las construcciones sigan criterios sostenibles [11]. A pesar de ello, el acceso a suelo urbano sigue siendo un desafío [12]. Esta situación, lejos de resolverse, agrava la problemática ambiental en la ZRE PV, donde la expansión descontrolada afecta al ecosistema y resalta la necesidad de un mejor control del uso del suelo para atender la demanda habitacional sin comprometer el entorno natural.

Por ello mejorar la vivienda en términos de calidad, diseño e impacto urbano es fundamental. Así mismo, en la aplicación de estrategias bioclimáticas adaptadas a cada clima permite una arquitectura integrada con el entorno, optimizando energía y materiales [13-14].

En este contexto, resulta clave que las estrategias bioclimáticas se apliquen en la ZRE PV, y es crucial desarrollar viviendas que equilibren la actividad humana con la conservación del humedal. La selección de tipología de viviendas debe responder tanto a las necesidades habitacionales como a la preservación ambiental, priorizando la integración con el entorno y la dinámica de sus habitantes [15-16]. Las propuestas habitacionales actuales suelen priorizar el valor económico sobre el bienestar social y la calidad urbana, lo que pone en evidencia la necesidad de recuperar dichos enfoques en el diseño [17-19].

Para el desarrollo del análisis de estudio se elige tres zonas críticas dentro de las unidades de ZRE PV en el distrito de Chorrillos: la zona de saneamiento físico-legal, la zona de protección del acuífero subterráneo del río Surco y la zona de protección de afloramiento y escorrentía superficial, todas de alta vulnerabilidad ambiental. La investigación propone una

ficha bioclimática con lineamientos para la implementación de tipologías de vivienda sostenible promoviendo una integración armónica entre el entorno natural y sus habitantes.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se centra en la Zona de Reglamentación Especial de los Pantanos de Villa (ZRE PV), que abarca áreas urbanas y en expansión urbana con características físicas, ambientales, sociales o económicas. Incluye el humedal Los Pantanos de Villa y sus áreas adyacentes, que influye en sus procesos ecológicos [9-10]. La ZRE PV comprende los distritos de Chorrillos, San Juan de Miraflores, Surco y Villa El Salvador, y se divide en ocho unidades de ordenamiento ambiental con medidas de manejo específicas (Fig. 1).

Para el análisis, se seleccionaron tres unidades: Zona de Saneamiento Físico-Legal (ZS), Zona de Protección del Acuífero Subterráneo del Río Surco (ZPRS) y Zona de Protección de Afloramiento y Escorrentía Superficial (ZPAES) [20] (Fig. 1).

La investigación fue mixta y descriptiva, combinando trabajo de campo, análisis comparativo de tipologías de vivienda y análisis climático-urbano para una comprensión integral del contexto y los desafíos de la zona. El proceso inició con un mapeo preliminar de las unidades de estudio (ZS, ZPRS y ZPAES) mediante imágenes satelitales de Google Earth, identificando tres zonas con potencial para habilitación urbana [21].

Para delimitar las zonas con mayor precisión, se usó ArcMap con el sistema de coordenadas WGS 84. Se calcularon sus áreas en metros cuadrados y se codificaron como "Z1" (ZS), "Z2" (ZPRS) y "Z3" (entre ZS y ZPAES). Posteriormente, se realizaron tres visitas de campo, dedicando un día a cada zona. El traslado combinó transporte público y recorridos a pie desde la vía principal más cercana, documentando el entorno mediante una ficha de observación.

Se usó una cámara móvil de gran angular (12 MP, 3024 x 3024 píxeles) para capturar imágenes de alta resolución, esenciales para la elaboración de planos visuales. Estas imágenes permitieron registrar visualmente las condiciones del entorno y el impacto ambiental. Además, se utilizó el visor BGR (base gráfica registral) de SUNARP (Superintendencia Nacional de los Registros Públicos) para analizar la situación legal de los predios, identificando aquellos con observaciones registrales que evidenciaban informalidad. Esto permitió determinar el potencial de los lotes vacíos para proyectos habitacionales, priorizando aquellos formalizados y aptos para su desarrollo.

La priorización de tipologías se basó en la búsqueda de una coexistencia armoniosa entre el entorno natural y la sociedad en la ZRE. Este análisis usó cinco criterios para decidir la elección de las tipologías a estudiar: Propósito, altura, organización, espacios públicos y espacios compartidos [22]. Así se identificó cuatro tipologías de vivienda (Tabla I) [23-27].

Entonces, para identificar la mejor tipología se usaron ocho criterios clave, los cuales abarcan tanto aspectos ambientales, como aspectos sociales [28], se organizaron en una tabla Estos son: Propósito, Descripción, Valoración Alta, Valoración Baja (Tabla II) ([23-27]).

Se siguió el protocolo AMC-PS (Análisis Multicriterio con Ponderación Simple). La metodología AMC-PS evalúa alternativas basándose en criterios ponderados, asignando valores según el nivel de cumplimiento [29]. Se incluyó el diseño de una tabla de 4 filas (correspondientes a las tipologías) por nueve columnas (ocho criterios más una columna de totales). En el Sistema de puntuación, cada criterio fue evaluado en tres niveles de desempeño: Bajo (1 punto), Medio (2 puntos) y Alto (3 puntos). Finalmente, la tipología seleccionada como ganadora fue aquella que alcanzó la mayor puntuación total.

Se elaboró una tabla de lineamientos bioclimáticos, que se dividió en dos partes. La primera parte inició con el desarrollo de una tabla de parámetros urbanísticos que son los establecidos por la Ordenanza 1044 de la Municipalidad de Chorrillos [9], que regula el reajuste integral de la zonificación de los usos del suelo de la ZRE PV, dichos parámetros son ubicación específica, retiros, zonificación, usos del suelo, altura de los frentes, número de pisos y áreas libres, con ello se realizó un análisis para consensuar la información estipulada por la ordenanza y lo recopilado en este trabajo de investigación tanto conceptual como de información de campo para que de esta manera se ajuste los nuevos parámetros en beneficio a la nueva tipología para las zonas elegidas de la ZRE PV. Para la segunda parte de la tabla se complementa con el desarrollo de lineamientos bioclimáticos. Entonces, se recopiló información climática proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

El análisis del lineamiento solar fue importante, debido a que identificó las caras con mayor asoleamiento de la vivienda. Para obtener las horas de sol correspondientes a las estaciones críticas en la ZRE PV se extrajo de la carta solar. En cuanto al lineamiento del viento tiene como beneficio disminuir el consumo energético evitando el uso del aire acondicionado o ventiladores en épocas de calor; por lo que, se recurrió a la rosa de vientos para identificar tanto la dirección como la velocidad predominante del mismo. Para el lineamiento que tiene de componente el agua su valor radica en identificar períodos de sequía o exceso hídrico según la relación entre precipitación y temperatura, por eso se emplea el diagrama ombrotérmico, y el diagrama psicométrico. Respecto al lineamiento de materialidad se optó por materiales que, además de integrarse al entorno natural, optimizan factores climáticos mejorando el confort térmico y reduciendo el consumo energético dentro de la vivienda.

Finalmente, se analizó el lineamiento topográfico o suelo para integrar estrategias específicas del diseño estructural para luego determinar ubicaciones seguras y adecuadas para las viviendas dentro de las unidades seleccionadas en la ZRE PV. Para ello, se analizó los mapas de peligro y riesgo de sismo, tsunami y licuación de suelos. Esta información fue extraída

de los informes de evaluación de CENEPRED (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres).

III. RESULTADOS

Trabajo de campo

El mapeo preliminar con imágenes satelitales identificó tres zonas con falta de planificación urbana y condiciones precarias, lo que requiere intervenciones urgentes para mejorar su habitabilidad y mitigar su impacto negativo en las áreas que conservan las características del humedal.

La Zona 1 (ZS) presenta viviendas precarias en terrenos de gran pendiente, lo que genera un alto riesgo. La falta de planificación y la presencia de lotes vacíos han propiciado un crecimiento urbano desordenado. Además, las construcciones vulnerables impactan negativamente en las áreas naturales cercanas y contribuyen a la contaminación del río Surco (Fig. 2).

La Zona 2 (ZPRS) cuenta con viviendas construidas principalmente con materiales nobles, pero carece de una adecuada planificación en espacios públicos y áreas verdes. La contaminación se concentra en calles no pavimentadas, donde se acumulan escombros. Además, dispone de lotes vacíos con potencial habitacional y predios formalmente regularizados (Fig. 3).

La zona 3 (ZS-ZPAES), combina viviendas regularizadas con estructuras ineficientes, muchas sin respetar límites prediales. Hay lotes vacíos aptos para nuevas viviendas, pero el impacto ambiental es alto, especialmente en los canales del humedal (Fig. 4).

Análisis comparativo de tipologías de vivienda

A partir de los elementos evaluados, se aplicó el "AMC-PS" para identificar la tipología más adecuada, definida como aquella que alcanza las puntuaciones más altas en los criterios establecidos. Los criterios, las tipologías de vivienda analizadas y su respectiva valoración se presentan a continuación (Tabla III).

La tabla III de evaluación multicriterio muestra que las viviendas de altura baja-media son las más adecuadas para la ZRE de los Humedales "Pantanos de Villa". Esto se debe a que equilibran la densidad, la maximización del suelo, la privacidad y la integración con el entorno natural. Su valoración alta en 'Integración con el Entorno Natural' e 'Impacto Visual' indica que pueden coexistir armónicamente con el ecosistema de los humedales.

Análisis climático-urbano

En base a los insumos estudiados como son el análisis del contexto urbano, la ficha multicriterio y la ficha bioclimática se plantean lineamientos para los tres sectores elegidos de la ZRE. A partir de ello, los lineamientos desarrollan estrategias específicas que se implementarán en las viviendas (Tabla IV).

Se caracterizó el clima de la ZRE PV mediante datos de temperatura, precipitaciones y humedad del SENAMHI, los

cuales sirvieron de base para el análisis. Finalmente, se definieron cinco lineamientos, explicando su valor y las fuentes de donde se obtuvo la información

El análisis del lineamiento solar identificó las fachadas con mayor exposición solar, orientando decisiones de emplazamiento y diseño según las estaciones críticas (verano e invierno). Esto contribuyó a reducir el consumo energético y mitigar el impacto del cambio climático. Para ello, se obtuvieron las horas de sol en la ZRE PV a partir de la carta solar.

En cuanto al lineamiento del viento, al igual que el solar, contribuye a reducir el consumo energético al favorecer la ventilación natural y disminuir el uso de sistemas mecánicos en épocas de calor. Para ello, se utilizó la rosa de vientos, que permitió identificar la dirección y velocidad predominante durante el año e incorporarlas en el diseño de la tipología de vivienda.

Para el lineamiento que tiene de componente al agua se enfocó en identificar períodos de sequía o exceso de agua según la relación entre precipitación y temperatura, por eso se emplea el diagrama ombrotérmico, y el diagrama psicrométrico, que orientan estrategias de control climático, de esta manera se propone el reciclaje de agua, priorizando el ahorro y la reducción de la contaminación en un entorno de humedal.

En el lineamiento de materialidad se priorizan materiales que optimicen el comportamiento térmico, mejorando el confort interior y reduciendo la demanda energética según el clima. Para ello, se tomó la Norma EM.110 del Reglamento Nacional de Edificaciones, para evaluar la transmitancia térmica, esta última clave para seleccionar materiales adecuados (Tabla V).

A partir de los datos presentados, se observa que materiales como la quinchá y la madera liviana presentan valores más bajos de transmitancia térmica, lo que indica una menor transferencia de calor y un mejor comportamiento como aislantes. En contraste, materiales como el concreto armado o el vidrio presentan valores elevados, lo que favorece una mayor ganancia o pérdida térmica hacia el interior de la vivienda (Tabla VI).

También, se realizó un estudio de asoleamiento que se detalla en los siguientes gráficos (Figuras 5). El análisis previo se realizó mediante cartas solares, podemos notar que, debido a la proximidad geográfica de las zonas, se identificó un comportamiento equivalente en los tres casos. Considerando las fechas representativas (21 de junio, 21 de diciembre, 20 de marzo y 23 de septiembre) a las 10:30 h. En estas fechas se identifican variaciones en la posición solar, observándose que en el solsticio de diciembre el recorrido se desplaza hacia el sur, mientras que en el solsticio de junio se orienta hacia el norte; en los equinoccios, la trayectoria presenta una condición intermedia más equilibrada de este a oeste.

A continuación, se muestra el gráfico de la rosa de vientos aplicado a las zonas de estudio (Figura 6). Los resultados muestran una dominancia marcada de vientos provenientes del

sector Sur (S), con mayor frecuencia en los rangos de 5–10 km/h y 10–20 km/h, alcanzando valores superiores a 2700 h/año y 1500 h/año respectivamente. Asimismo, se observa una contribución secundaria del sector Sur-Suroeste (SSO), lo que indica un patrón direccional consistente.

Se propone que el diseño de proyectos de viviendas considere los lineamientos desarrollados en la tabla IV, los cuales serán requisito previo para la construcción e implementación de un proyecto en la ZRE.

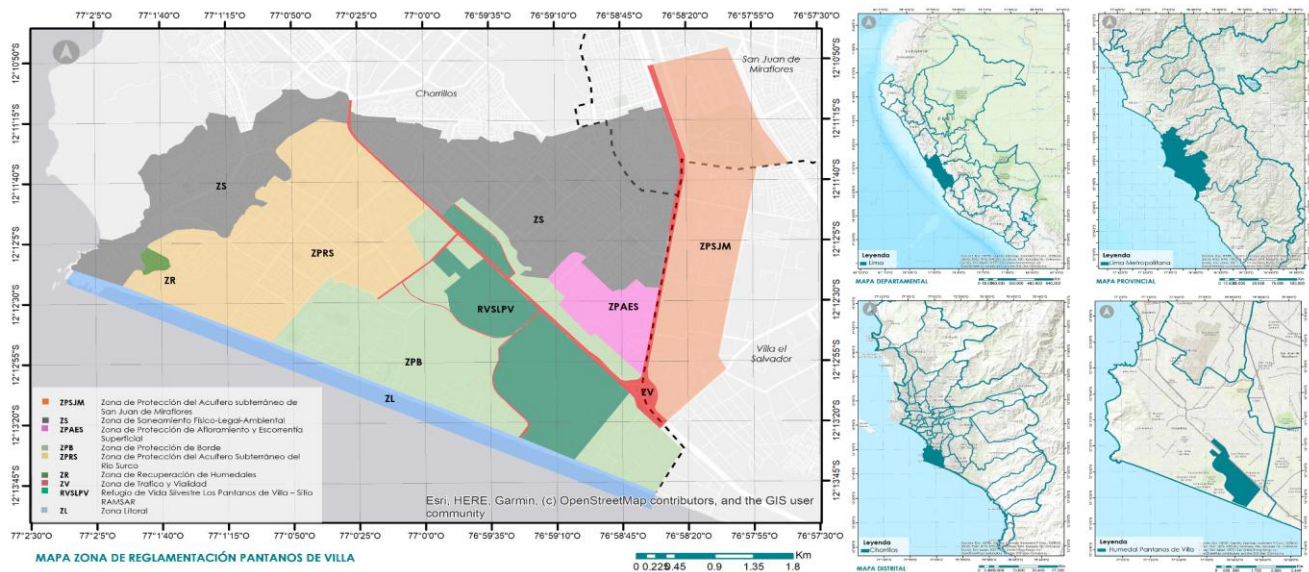


Figura 1. Mapa de ubicación de la Zona de Reglamentación Especial Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú. Adaptado al Mapa de Zona de Reglamentación Especial de los Pantanos de Villa, Chorrillos, Lima, Perú [10].

TABLA I. Tipologías de vivienda y sus características.

Tipología	Propósito	Altura	Organización	Espacios Públicos	Espacios Compartidos
Vivienda Pareadas	Prioriza privacidad y conexión público - privada. Manteniendo independencia en las unidades de vivienda.	Baja (1-2 pisos)	Unidades laterales con paredes compartidas	Conexión directa (calles o caminos)	Limitados (más espacios privados)
Vivienda en Bloque	Maximiza la densidad y verticalidad	Media - Alta (6+ pisos)	Estructuras compactas con espacios interiores	Conexión moderada (circulación interna y patios)	Circulación y patios interiores para interacción
Vivienda Cooperativa	Fomenta la colaboración, la sostenibilidad y los espacios compartidos clave.	Baja - media (2-5 pisos)	Unidades privadas combinadas con espacios comunes significativos y de primera necesidad	Conexión directa (Focalizada en zonas comunes internas)	Cantidad de espacios comunes (cocina, comedor, lavandería, áreas recreativas)
Vivienda de Altura Baja - Media	Equilibra densidad y habitabilidad. Estrategias de densificación	Media (3 - 5 pisos)	Bloques de poca altura que densifican responsable	Conexión directa, con el entorno urbano	Moderada (espacios recreativos y áreas verdes)

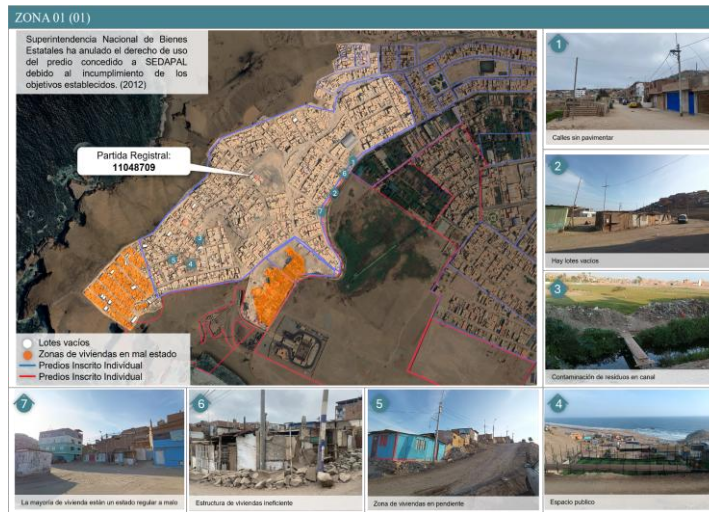


Figura 2. Análisis de zona de estudio - Zona 01 (Z01).



Figura 3. Análisis de zona de estudio - Zona 02 (Z02).



Figura 4. Análisis de zona de estudio - Zona 03 (Z03).

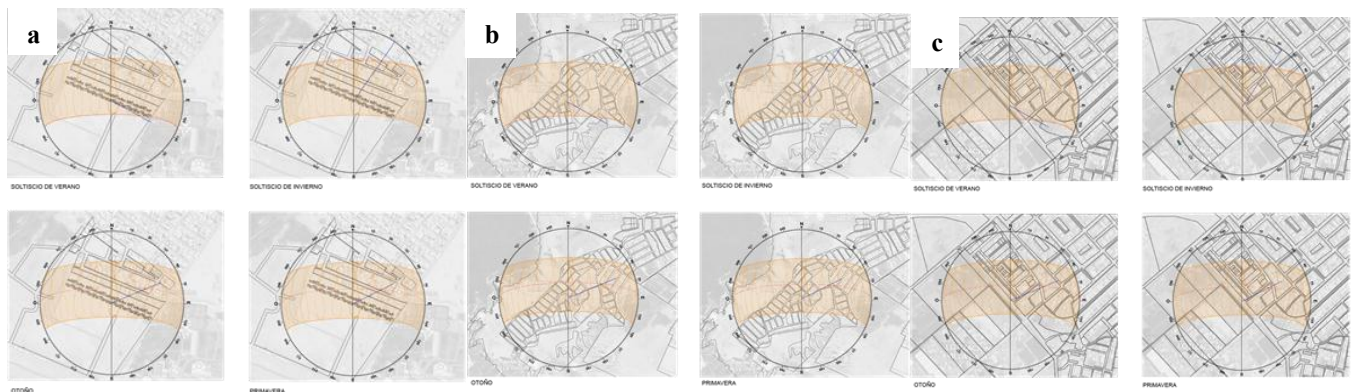


Figura 5. Análisis de asoleamiento - Zona 01 (Z01) (a), Zona 02 (Z02) (b) y Zona 03 (Z03) (c).

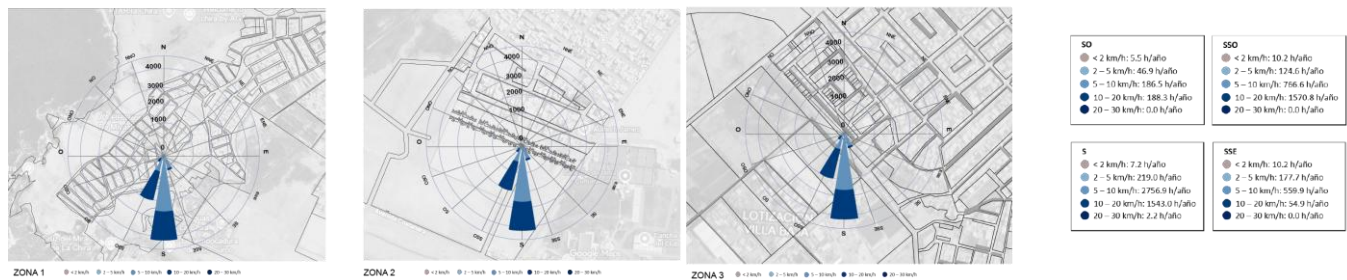


Figura 6. Análisis de rosa de vientos - Zona 01, 02 y 03 (Z01, Z02 y Z03).

TABLA II. Criterios para identificar tipologías.

Criterio	Descripción	Valoración alta	Valoración baja
Integración con el entorno natural	Viviendas respetan y se adaptan al ecosistema y el paisaje natural	Uso de materiales y diseños que respetan la biodiversidad y minimizan el impacto ambiental	Alteración del ecosistema con diseños disruptivos
Densidad moderada / baja	Balance entre cantidad de viviendas y uso de suelo	Eficiente uso del terreno con espacios compartidos y privados bien distribuidos	Saturación o subutilización que afectan la habitabilidad
Maximización del suelo	Aprovechamiento eficiente del terreno	Diseños compactos con áreas abiertas y verdes	Terreno subutilizado o mal distribuido
Uso de espacios comunes	Diseño y funcionalidad de áreas comunes	Espacios funcionales como patios y terrazas	Espacios comunes o subutilizados o irrelevantes
Privacidad	Equilibrio entre espacios privados y comunes	Espacios privados adecuados que no dependen en exceso de áreas comunes	Excesiva dependencia de áreas comunes que reducen confort
Colaboración entre residentes	Gestión compartida de recursos y mantenimiento de áreas comunes	Dinámicas participativas que fortalecen la cohesión social	Falta de coordinación que lleva al deterioro de espacios
Autogestión de Recursos	Manejo colectivo de recursos como agua, energía y residuos	Sistemas organizados que minimizan el impacto ambiental	Ausencia o gestión deficiente que genera ineficiencias
Impacto visual	Diseño afecta estética y el entorno natural	Diseño armonioso con colores neutros, materiales naturales y vegetación autóctona	Diseño afecta la fauna y paisajes naturales

TABLA III. Evaluación multicriterio con puntajes “AMC-PS” de las cuatro tipologías de vivienda.

Matriz síntesis para la elección de la tipología de vivienda colectiva									
Criterios									
Tipología de vivienda	Privacidad	Densidad moderada / baja	Maximización del suelo	Uso de espacios comunes	Integración con el entorno natural	Colaboración entre residentes	Autogestión de recursos	Poco impacto visual	Valoración
Viviendas Pareadas	3	3	1	1	2	1	1	2	14
Viviendas en Bloque	2	1	3	2	1	1	1	1	12
Viviendas Cooperativas	1	1	2	3	2	3	3	1	16
Viviendas de altura baja - media	2	3	3	2	2	2	1	2	17

TABLA IV. Ficha de Parámetros urbanísticos para la nueva tipología de vivienda en la ZRE PV.

Ficha de Parámetros Urbanísticos				
Zona ZRE PV				
				
Información general				
Urbanización:			Manzana:	
Información de retiro:				
Vía:			Retiro: 3 metros	
Zonificación	Uso	Frente mínimo normativo	Altura	Área libre
Residencial de Densidad Baja	Unifamiliar y Multifamiliar	10	1 a 2 pisos	35%
Residencia de	Unifamiliar y	10	2 a 3 pisos	40%

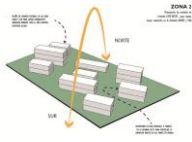
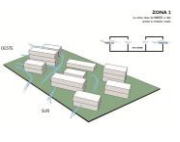
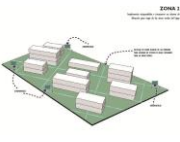
Densidad Media	Multifamiliar			
Estrategias Bioclimáticas en la zona ZRE				
Solar	Viento	Agua	Materialidad	Suelo
Se analiza el emplazamiento y orientación del bloque de vivienda ideal durante las estaciones más críticas del año que son verano e invierno.	Se investiga para controlar el tema de los vientos y lograr un confort adecuado durante el día.	Para afrontar el tema de la escasez del agua en épocas donde llueve muy poco se plantean estrategias de tratamiento para el reciclaje de aguas.	Se propone usar materiales que permitan una compatibilidad adecuada con su entorno y coherentes a los lineamientos.	La estrategia de acuerdo a su ubicación topográfica es pensar en una cimentación adecuada y un emplazamiento idóneo al terreno de la zona elegida de la ZRE.
				
Recorrido del sol: NS - La orientación del bloque de vivienda Este-Oeste para captar la luz solar más horas del día. <u>Fachada Sur</u> -Invierno: Se recomienda aislamiento térmico en muros y ventanas para evitar perder calor <u>Fachada Norte</u> -Verano: Controlar con aleros. -Invierno: Grandes ventanas benefician captar calor. <u>Fachada Oeste</u> -Verano: celosías verticales o parasoles para evitar radiación directa.	Varias: Caras S <u>Fachada Sur</u> -Verano: Ventanas altas, patios interiores es lo recomendable. <u>Fachada Norte</u> -Invierno: las ventanas amplias para aprovechar la radiación solar. <u>Fachada Oeste</u> - Verano: protección con celosías para evitar ingreso de aire caliente. -Invierno: Es recomendable el uso de colores oscuros en los muros para captar calor.	Deben tener: canaletas en los techos y un sistema de reciclaje de aguas. Las canaletas recolectan el agua de las lluvias para regar las áreas verdes; asimismo, se complementa con el sistema para tratamiento de aguas blancas que permitirá el reciclaje de aguas en la vivienda.	Material ideal: Madera Emplear la madera en la estructura y cerramientos, como celosías y aleros para protección o control solar en las horas de mayor radiación. El tipo de madera debe ser certificada o de Bambú para minimizar el impacto ambiental.	- Para la cimentación se usará pilotes o zapatas combinadas para un suelo pantanoso con alta humedad y suelos inestables. -Evitar compactar. -Uso de adoquines drenantes o grava para reducir escorrentías y facilitar la recarga del acuífero. -Es necesario promover la reforestación con especies nativas

TABLA V. Valores de transmitancia térmica de muro y de materiales.

Zona bioclimática:		Desértico costero		
Valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en W/m² K				
Transmitancia térmica máxima del muro (Umuro)	Transmitancia térmica máxima del techo (Utecho)	Transmitancia térmica máxima del piso (Upiso)		
2,36	2,21	2,63		
Fórmula de cálculo de transmitancia térmica de materiales				
Material	Espesor (e) (m)	Conductividad K=w/mK	Resistencia R=e/k	Coefficiente de transmitancia térmica (W/m² k) U=1/R

TABLA VI. Evaluación multicriterio con puntajes “AMC-PS” de las tipologías de Vivienda. U = Coeficiente de transmitancia térmica.

Material	Espesor (e) (m)	Conductividad K=w/mK	Resistencia R=e/k	(W/m² k) U=1/R
Estructura de Panel Quincha	0,100	0,07	1,43	0,70
Estructura de Panel de bambú	0,080	0,26	0,31	3,25
Estructura de Pared de Madera (livianas)	0,180	0,15	1,20	0,83
Estructura de Piso de Madera (densas)	0,150	0,23	0,65	1,53
Estructura de Techo de Madera (densas)	0,250	0,23	1,09	0,92
Puerta de madera	0,040	0,12	0,33	3,00
Vidrio	0,002	-	-	2,80
Concreto armado	0,150	1,63	0,09	10,87

IV. DISCUSIÓN

El análisis de las zonas de estudios en la ZRE PV, evidencia que se requiere planificación y regularización en áreas de expansión urbana, lo cual ha incrementado la vulnerabilidad ambiental y la inseguridad para sus habitantes. A pesar de los esfuerzos para proteger las áreas naturales, la urbanización informal y descontrolada sigue generando contaminación sobre todo en las unidades de ZPAES y la ZS [2]. Recientemente se tiene el Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima (PLANMET), actualizado al 2024/2025–2040, el cual establece la formulación de Planes Maestros en áreas que requieren un tratamiento urbanístico integral especial, incluyendo la ZRE PV denominado Plan Maestro de la ZRE PV, con el fin de orientar la gestión del territorio, regular los usos del suelo y garantizar su protección ambiental [30].

Existen terrenos con potencial habitacional en la ZRE PV; sin embargo, la falta de lineamientos específicos para abordar la sostenibilidad de los humedales subraya la urgencia de actualizar los instrumentos de planificación urbana y las políticas de ordenamiento territorial, priorizando la conservación de estos ecosistemas [7,31,32].

Se evaluaron cuatro modelos de vivienda colectiva: pareadas, en bloque, cooperativas y de altura baja-media. Esta elección coincide con García-Cisneros [15], que enfatizan la importancia de integrar diseños habitacionales con características locales y con necesidades sociales específicas. Cada tipología fue evaluada mediante criterios como privacidad, densidad moderada/baja, maximización del suelo, uso de espacios comunes, integración con el entorno natural, colaboración entre residentes, autogestión de recursos y poco impacto visual, aspectos esenciales para lograr armonía con el ecosistema del humedal. Se determinó que la tipología de altura baja-media es la opción más equilibrada [29].

Se concretó una ficha bioclimática que considera lineamientos y que da soluciones de mejora en el ámbito del diseño y la construcción. Esto tendrá repercusión en los proyectos del sector privado y en las viviendas sociales que son promovidas por el estado en el Perú [33]. Asimismo, otro lineamiento es el solar, pues la correcta implementación del mismo en las viviendas reducirá el consumo energético. Esto se vuelve relevante al estar realizando este estudio en un lugar como los Pantanos de Villa.

En este sentido, el análisis de la transmitancia térmica refuerza la relevancia de la materialidad dentro del enfoque bioclimático, al sustentar técnicamente la elección de sistemas constructivos con mejor desempeño térmico [34,35]. La incorporación de materiales con baja transmitancia permite mejorar el confort interior y reducir el impacto ambiental asociado al consumo energético, aspecto especialmente crítico en ecosistemas sensibles como los Pantanos de Villa.

La adopción de esta ficha climática como requisito obligatorio no solo garantizará la estandarización de construcciones sostenibles, sino que también fortalecerá la compatibilidad entre los principios de sostenibilidad y el

confort humano, promoviendo la conservación del humedal frente a la creciente presión urbana, y asegurando un desarrollo urbano sostenible. Es por ello, que se recomienda considerar esta ficha bioclimática como requisito del proceso para la aprobación de los expedientes de construcción especialmente en zonas de áreas protegidas.

V. CONCLUSIONES

Al trabajar el protocolo del análisis multicriterio no solo facilitó una evaluación objetiva en las distintas tipologías de vivienda, sino que también guía en la selección de la tipología que mejor se adapta a contextos sensibles como la ZRE PV, para esto se considera criterios como privacidad, densidad moderada, integración con el entorno natural y bajo impacto visual, lo cual demostró que la tipología de altura baja-media es la opción más equilibrada. Este proceso es valioso no solo por el resultado obtenido, sino también por su capacidad para replicarse en distintas situaciones territoriales dentro del país. Como resultado de la investigación está la tabla con lineamientos bioclimática que será requisito dentro de una propuesta de diseño previo a la construcción, pues será la respuesta para reducir el impacto ambiental en una zona como la ZRE para lograr viviendas sostenibles en el tiempo.

REFERENCIAS

- [1] N. Flores, I. Castro, and H. Aponte, "Evaluación de las unidades de vegetación en Los Pantanos de Villa (Lima, Perú) mediante sistemas de información geográfica y teledetección," *Arnaldoa*, vol. 27, pp. 303-321, 2020.
- [2] L.L.A. Tejada, "Refugio de vida silvestre los Pantanos de Villa como socioecosistema desde una metodología socioecológica," *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias geográficas*, vol. 25, pp. 313-319, 2022.
- [3] G. Romero-Mariscal, P.A. García-Chevesich, L. Morales-Paredes, A. Arenazas-Rodríguez, J. Ticona-Quea, G. Vanzin, et al, "Peruvian wetlands: National survey, diagnosis, and further steps toward their protection," *Sustainability*, vol. 15, ID 8255, 2023.
- [4] M. Pan, T. Hu, J. Zhan, Y. Hao, X. Li, and L. Zhang, "Unveiling spatiotemporal dynamics and factors influencing the provision of urban wetland ecosystem services using high-resolution images," *Ecological Indicators*, vol. 151, ID 110305, 2023.
- [5] J. Abarca-Riveros, "Humedales para el futuro," *Idesia (Arica)*, vol. 41, no.1, pp. 3-5, 2023.
- [6] D. Urbina, F. Rivera-Cáceda, and Aponte, H. (2022). ¿Se están reduciendo los humedales de la costa del Pacífico suramericano? El caso de los humedales de Lima. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. 46, pp. 985-998, 2022.
- [7] R.J. Iturraspe, L. Fank, A.B. Urciuolo, and R. Lofiego, "Efectos del crecimiento urbano sobre humedales costeros continentales del ambiente semiárido de Tierra del Fuego, Argentina. *Investigaciones Geográficas*, vol. 75, pp. 139-165, 2021.
- [8] G. Jin, K. Chen, T. Liao, L. Zhang, and O. Najmuddin, "Measuring ecosystem services based on government intentions for future land use in Hubei Province: Implications for

- sustainable landscape management,” *Landscape Ecology*, vol. 36, pp. 2025–2042, 2021.
- [9] MML (Municipalidad de Lima). *Ordenanza N°1044-MML. Por la cual es el Reajuste integral de la Zonificación de Usos de Suelo de la Zona de Reglamentación Especial de los Pantanos de Villa*, julio de 2007.
- [10] MML (Municipalidad de Lima). *Ordenanza N°2264-MML. Por la cual se establece la Zona de Reglamentación Especial de los Pantanos de Villa*, julio de 2020.
- [11] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Lima, El Peruano, 2021.
- [12] J.Q. Romero, J. “El problema de la vivienda en el Perú, retos y perspectivas,” *Revista invi*, vol. 20, pp. 20-44, 2005.
- [13] J.L.C. Montes, G.A. Herrera, R.A. Ramírez, and Jiménez, E. D. M. Bioclimatic design strategies for housing in areas affected by natural events. *Revista de Gestão Social E Ambiental*, vol. 18, e07730, 2024.
- [14] G.D.C. Conforme-Zambrano, and J.L. Castro-Mero, “Arquitectura bioclimática,” *Polo del conocimiento*, vol. 5, pp. 751-779, 2020.
- [15] C. García-Cisneros, *Epífita: Conjunto habitacional humedales de Ventanilla* (Tesis de título profesional, Pontificia Universidad Católica del Perú), 2020.
- [16] A. Porotto, and G. Ledent, G. “Crisis and Transition: Forms of Collective Housing in Brussels,” *Buildings*, vol. 11, ID 162, 2021.
- [17] A. Bakhty, A.M. Salama, and B. Dimitrijević, “A validated framework for characterising informal settlements: Two cases from greater Cairo, Egypt,” *Buildings*, vol 13, ID 1263, 2023.
- [18] S. Ballén, “Vivienda y ciudad compacta. Conceptos y debates sobre ecourbanismo en España,” *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, vol. 10, no 19, pp. 68-85, 2017.
- [19] K.O. Boadi, M. Kuitunen, K. Raheem, and K. Hanninen, “Urbanisation without sound environmental planning and management: Impacts on urban wetlands,” *Landscape and Urban Planning*, vol. 77, pp. 32-40, 2005.
- [20] E. Fabian-Tolentino, N.A. Torres-Cordero, M.F. Bardales-Martínez, D.L. Naquiche- Yesquén, and D.W. Ramírez-Huaroto, “Evolución espacio-temporal de las unidades de ordenamiento ambiental (ZPB, ZPAES) y el refugio de vida silvestre de Los Pantanos de Villa, Perú (1987-2022),” *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, vol. 13, A-009, 2024.
- [21] A.N. Agyabeng, A.A. Peprah, J.K. Mensah, and E.A. Mensah, “Informal settlement and urban development discourse in the Global South: Evidence from Ghana,” *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography*, vol. 76, no. 4, pp. 242-253, 2022.
- [22] J.M. De Lapuerta, C. Espegel, and A. Cánovas, *Housetag: Vivienda colectiva en Europa 2000-2021 / European collective housing 2000-2021*, Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, 2021.
- [23] S. Sano, I. Filipović, and D. Radović, “Public-private interaction in low-rise, high-density Tokyo. A morphological and functional study of contemporary residential row-houses,” *The Journal of Public Space*, vol. 5, 63-88, 2020.
- [24] S. Saarinen, H.E. Ilgin, M. Karjalainen, and T. Hirvilammi, “Individually Designed House in Finland: Perspectives of Architectural Experts and a Design Case Study,” *Buildings*, vol. 12, ID 2246, 2022.
- [25] H. Mellen, and M. Short, “Designing for social interaction in high-density housing: A multiple case analysis of recently completed design-led developments in London,” *Frontiers in Sustainable Cities*, vol. 4, ID 1043701, 2023.
- [26] R. García-Molina, R. Miralles-Jori, and V. Díaz-García, “Proceso de diseño participativo con colectivos a partir del método Livingston: el caso de la cooperativa de viviendas colaborativas,” *El Ciempiés. Hábitat y Sociedad*, vol. 16, pp. 43-69, 2023.
- [27] S Gibson, and L. Law, “Barriers and opportunities for medium density housing in small, regional cities: stakeholder perspectives from Cairns,” *Australian Planner*, vol. 58, pp. 95-109, 2022.
- [28] D.E. Valencia, “La vivienda sostenible, desde un enfoque teórico y de política pública en Colombia,” *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol.17, pp. 39-56, 2018.
- [29] A. Grajales-Quintero, E. Serrano-Moya, and V.H. Hahn, “Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación,” *Revista Luna Azul*, vol. 36, pp. 285-306, 2013.
- [30] Municipalidad Metropolitana de Lima (MML). Instituto Metropolitano de planificación. *Plan de Desarrollo Metropolitano de Lima 2021 – 2040. Resumen Ejecutivo Lima*, agosto del 2022 (actualizado al 2025).
- [31] R. Cortés-Solano, “Del urbanismo a la planeación en Bogotá (1900-1990): Esquema inicial y materiales para pensar la trama de un relato,” *Revista Bitácora Urbano Territorial*, vol. 11. no 1, pp. 160-213, 2007.
- [32] R.R.C. Zaldívar, “Expansión urbana y sostenibilidad de humedales naturales. Caso: Humedales de Villa, Chorrillos, Lima, Perú 2010-2020,” *Cátedra Villarreal*, 10, 26-36, 2022.
- [33] O. Iwuanyanwu, I. Gil-Ozoudeh, A. C. Okwandu, and C. S. Ike, “The role of green building materials in sustainable architecture: Innovations, challenges, and future trend,” *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, vol. 6, no. 8, pp. 1935-1950, 2024.
- [34] G. Miracco, F. Nicoletti, and N. Arcuri, “Adaptive thermal insulation for energy-efficient buildings: Design and analysis of an innovative thermal switch panel with variable transmittance”, *Energy*, vol. 334, ID 137623, 2025.
- [35] K.A.A. Al-Sodani, “Production, Thermal, Durability, and Mechanical Properties of Translucent Concrete and Its Applications in Sustainable Construction: A Review,” *Buildings*, vol. 15, ID 3314, 2025.