

ESTUDIO DEL ASOLEAMIENTO INTERIOR DE APARTAMENTOS DEL P.H. ELITE 500 Y PH OCEAN FRONT

Jorge Isaac Perén ^{1, 2a}, José Li ^{1b}, Ricardo Wong ^{1c}, Kevin Gil ^{1d}, Luisa Ibarra ^{1e}

Universidad de Panamá, Facultad de Arquitectura y Diseño - FADUP, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá.

Sustainable Building and City Research Group - SusBCity, Ciudad de Panamá, Rep. de Panamá.

^{1, 2a} jorge.peren@up.ac.pa, ^{1b} jose.li@up.ac.pa, ^{1c} ricardo.wong-w@up.ac.pa, ^{1d} kevin.gil-n@up.ac.pa, ^{1e} luisa.ibarra@up.ac.pa,

^{1, 2a} 0000-0003-4762-9255, ^{1b} Jose Li, ^{1c} 0009-0001-5946-3195, ^{1d} 0009-0003-3236-3455, ^{1e} 0009-0002-1305-4529

DOI: <https://doi.org/10.48204/2710-7426.10966>

RESUMEN: Este estudio evalúa el asoleamiento interior, la iluminación natural y el potencial de ventilación de los apartamentos de los edificios P.H. Elite 500 y P.H. Ocean Front mediante la aplicación de un modelo conceptual simplificado para el análisis de la envolvente arquitectónica. Para ello, se desarrolló un modelado tridimensional en el software Autodesk Revit, a partir del cual se simuló la proyección solar en los distintos espacios interiores. Los resultados indican que el P.H. Ocean Front presenta condiciones más favorables de ventilación e iluminación debido a su configuración espacial; sin embargo, ambos edificios registran una incidencia significativa de radiación solar directa durante diversos periodos del día y carecen de dispositivos efectivos de sombreado.

PALABRAS CLAVES: Geometría de ventanas, Orientación de edificio, Relación ventana-pared, ventilación natural.

ABSTRACT: This study evaluates interior solar exposure, natural lighting, and ventilation potential in the apartments of the P.H. Elite 500 and P.H. Ocean Front buildings by applying a simplified conceptual model for analyzing the building envelope. To this end, a three-dimensional model was developed using Autodesk Revit software, from which solar projection in the various interior spaces was simulated. The results indicate that the P.H. Ocean Front building presents more favorable ventilation and lighting conditions due to its spatial configuration; however, both buildings experience significant direct solar radiation during various periods of the day and lack effective shading devices.

KEYWORDS: Window geometry, Building orientation, Window-to-wall ratio, natural ventilation

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de urbanización acelerada y cambio climático, la eficiencia energética de los edificios se ha convertido en una preocupación central en la investigación arquitectónica y ambiental. El sector de la edificación representa una proporción significativa del consumo energético global, impulsado principalmente por la demanda de iluminación artificial y sistemas de climatización. En este escenario, la iluminación natural constituye una estrategia pasiva fundamental para reducir el consumo energético, mejorar el confort interior y disminuir el impacto ambiental de los edificios residenciales [1]. Diversos estudios recientes demuestran que un diseño arquitectónico adecuado puede reducir significativamente el uso de energía eléctrica mediante el aprovechamiento eficiente de la luz diurna [2].

La radiación solar y las sombras proyectadas por la envolvente del edificio y por el entorno urbano inmediato influyen de manera directa en la distribución espacial y temporal de la iluminación natural dentro de los apartamentos. Una planificación inadecuada de la orientación, la volumetría o los dispositivos de sombreado puede generar tanto déficits de iluminación como sobreexposición solar, incrementando simultáneamente el uso de iluminación artificial y las cargas térmicas interiores [3].

Investigaciones desarrolladas en la última década evidencian que el control efectivo de las sombras y la radiación solar permite optimizar el balance entre iluminación natural y confort térmico, con reducciones significativas en el consumo energético asociado a la iluminación y al enfriamiento mecánico [4].

La literatura científica internacional ha abordado ampliamente la relación entre iluminación natural, diseño pasivo y eficiencia energética, principalmente a través de estudios cuantitativos y simulaciones computacionales. Estas investigaciones, desarrolladas mayoritariamente en contextos europeos, asiáticos y norteamericanos, han permitido establecer parámetros generales de diseño y evaluación del desempeño energético de los edificios residenciales [5]. Sin embargo, varios autores señalan que los resultados obtenidos en climas templados no pueden extrapolarse de manera directa a regiones tropicales, donde la radiación solar intensa, la humedad y las dinámicas urbanas generan condiciones significativamente distintas [6].

En el contexto latinoamericano, y particularmente en Panamá, la producción científica relacionada con el análisis de la iluminación natural dentro de apartamentos residenciales es limitada. A pesar del notable crecimiento de la vivienda vertical en zonas urbanas durante las últimas décadas, existen pocas investigaciones que examinen de

forma sistemática la influencia de las sombras, la orientación y el entorno construido sobre la calidad lumínica interior y su impacto en la eficiencia energética. La mayoría de los estudios disponibles se concentra en evaluaciones energéticas generales o en edificios no residenciales, dejando un vacío importante en el conocimiento aplicado a la vivienda colectiva [7]. Esta carencia de evidencia empírica local dificulta el desarrollo de criterios de diseño arquitectónico adaptados a las condiciones climáticas y urbanas específicas del país. En la literatura de Panamá, se pueden destacar apenas los estudios [8, 9, 10, 11]

En respuesta a este vacío, el presente estudio realiza un análisis cualitativo de las sombras y la iluminación natural dentro de dos apartamentos de dos edificios diferentes: (a) el P.H. Elite 500 y, (b) el P.H. Ocean Front, con el objetivo general de analizar cualitativamente la distribución de sombras y la iluminación natural dentro de sus apartamentos. La selección de estos casos de estudio permite comparar configuraciones arquitectónicas reales con distintas orientaciones y relaciones urbanas, aportando información contextualizada que contribuye a fortalecer el conocimiento científico local y a orientar el diseño de edificaciones residenciales más eficientes y sostenibles en climas tropicales.

Como objetivos específicos, se pretende: (a) identificar los patrones de iluminación natural presentes en los espacios interiores de los apartamentos analizados; (b) evaluar la influencia de la orientación, la altura y el entorno urbano en la generación de sombras y su efecto sobre la calidad lumínica interior; (c) analizar la relación ventana-pared y que tan eficiente son según su orientación; (d) comparar el desempeño lumínico y variables geométricas de ambos edificios para identificar diferencias atribuibles a decisiones de diseño arquitectónico.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio adopta un **enfoque cualitativo de carácter descriptivo y comparativo**, orientado a analizar la incidencia de la radiación solar y la distribución de sombras en el interior de dos (2) apartamentos residenciales de edificios altos, para que en futuros estudios, se pueda hacer evaluaciones del confort térmico y ambiental del usuario y mediciones de la eficiencia energética.

La metodología se estructura en las siguientes etapas: (1) Selección y descripción de los apartamentos; (2) Estudio de la envolvente de dichos apartamentos; (3) Estudio de asoleamiento.

En una primera etapa, se seleccionan como casos de estudio los edificios residenciales **P.H. Elite 500** y **Ocean Front**, los cuales presentan **morfologías contrastantes**: una configuración predominantemente **ortogonal** y otra de carácter **curvo**, respectivamente. Esta diferencia morfológica permite evaluar cómo la forma arquitectónica influye en la proyección de sombras y en la distribución de la radiación solar tanto en el exterior como en el interior de los apartamentos. La Figura 1 muestra la localización de ambos edificios en la ciudad de Panamá.

Posteriormente, se realiza un estudio de la envolvente de

dichos apartamentos, teniendo como referencia el estudio [11], donde se consideran variables de diseño y parámetros importantes como la relación-ventana pared, presentes en el Reglamento de Edificación Sostenible de Panamá - RES [12].

En la tercera etapa, se desarrolla un estudio de asoleamiento empleando modelado digital de ambos edificios mediante el software Autodesk Revit. La validación de dicho modelo georreferenciado se realiza por medio de comparación con imágenes reales. El uso de información geométrica real garantiza una representación fiel de las condiciones espaciales, volumétricas y de orientación, permitiendo identificar patrones de incidencia de la radiación solar y realizar un análisis cualitativo preciso del comportamiento solar y de las sombras.

Finalmente, se realiza un estudio específico de sombras en uno de los ambientes de ambos edificios. El estudio se lleva a cabo de las 09:00 am a las 4:00 pm. El análisis comparativo de los resultados obtenidos en ambas edificaciones permite establecer relaciones entre diseño arquitectónico, comportamiento solar e implicaciones en la eficiencia energética, aportando una comprensión cualitativa del fenómeno estudiado en un contexto urbano panameño.

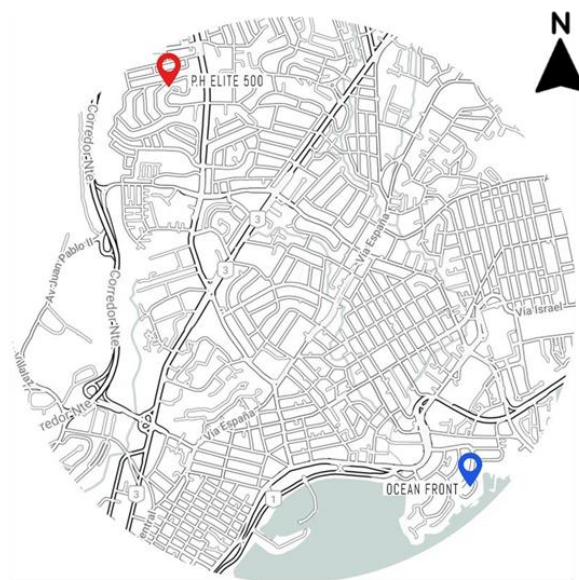


Figura 1. Localización de ambos Proyectos: (a) Edificio Elite 500: Ubicado en la cima de una colina con vista a la ciudad; (b) Edificio Ocean Front: Ubicado en una península, en un entorno de muchos edificios de gran altura.

3. RESULTADOS

El estudio se centra en dos edificios residenciales en altura ubicados en la ciudad de Panamá, seleccionados por sus diferencias morfológicas, escala y localización urbana. Esto permite un análisis comparativo del comportamiento de la iluminación natural y las sombras en el interior de los apartamentos.

La figura 2 (a y b) muestra la planta y una vista externa,

respectivamente, del P.H. Elite 500; edificio residencial de 60 niveles. Las unidades residenciales analizadas cuentan con tres recámaras y presentan superficies que oscilan entre 125.10 m² y 182.40 m². El edificio se localiza en el sector de Dos Mares, una zona urbana consolidada caracterizada por una alta densidad edificatoria, lo que influye directamente en la proyección de sombras y en la disponibilidad de radiación solar en los espacios interiores.

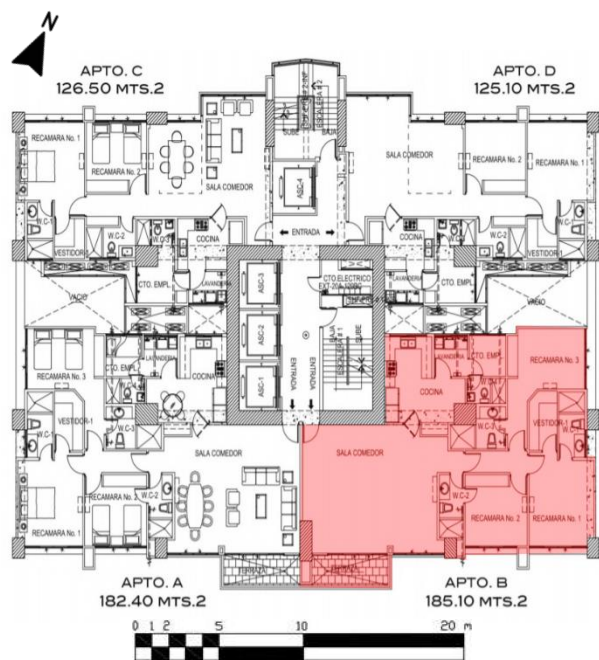


Figura 2a. Planta del edificio Elite 500, con destaque (en rojo) del apartamento B estudiado.



Figura 2b. Fachada del edificio Elite 500.

La figura 3 (a y b) muestra el P.H. Ocean Front, el cual también es un edificio residencial, pero de 46 niveles, con un juego de volúmenes, acristalado especialmente en el Suroeste. Este edificio se ubica en el sector de Punta Paitilla, una zona

costera con condiciones urbanas distintas a las del primer caso de estudio, lo que permite contrastar el impacto de la localización y la morfología del edificio en el comportamiento lumínico interior.

El edificio tiene un diseño asimétrico y sus espacios principales están distribuidos perimetralmente. Las unidades seleccionadas disponen de tres recámaras y presentan metrajés significativamente mayores (al edificio anterior), comprendidos entre 310.47 m² y 419.65 m². El apartamento señalado en rojo, en la **figura 3a**, es el estudiado.



Figura 3a. Planta del Edificio PH Ocean Front con destaque (en rojo) del apartamento estudiado en el piso 15b.



Figura 3b. Fachada del edificio Ocean Front.

3.1 Edificio Elite 500

3.1.1 Evaluación de la envolvente:

La figura 4 muestra la planta del apartamento estudiado, con indicación de las ventanas por número y señalizadas con una línea azul. La gran mayoría de los espacios cuentan con ventanas longitudinales y están muy cerca una de otras en la terraza, sala, recámara 1 y 2. Dicho apartamento, al tener ventanas en sus fachadas Oeste y Sur, recibe bastante radiación e iluminación natural y algo de ventilación unilateral (es decir no tiene ventilación cruzada; solo cuando se abran las puertas interior en algunos de sus ambientes).

La tabla 1 muestra la descripción de las propiedades geométricas y variables de la envolvente del edificio Elite 500. El apartamento posee ventanales de grandes dimensiones orientados hacia el noreste y sureste. En la facha sureste ni en la oeste se identificaron aleros y/o quiebrasoles que puedan, respectivamente, contribuir a la protección solar o generación de sombra.

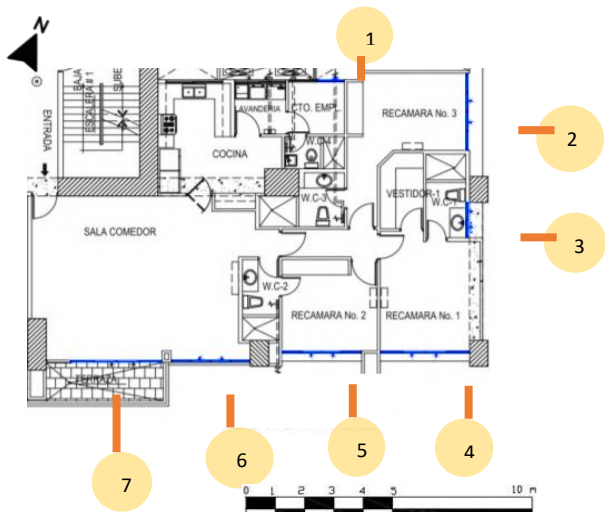


Figura 4. Planta del apartamento (en el piso 15b) estudiado con indicación de las ventanas.

Tabla 1 – Descripción de las ventanas del edificio Elite 500

APARTAMENTO 15B, EDIFICIO ELITE 500, ORIENTACIÓN E												
VENTANAS						ELEMENTOS DE SOMBRA				RELACIÓN VENTANA/PARED (%)	ÁREA DE VENTANA (m)	PORCENTAJE (área de ventana/área de pared)
#	TIPO	DIMENSIÓN (m)	ORIENTACION	AMBIENTE	VENTILACIÓN CRUZADA	QUIEBRASOLES	ALERO	BALCON	DIMENSION DE ALERO O BALCON (m)	ÁREA DE PARED (m)		
1	CORREDIZA	1.00 x 1.04	NO	CTO. EMPLEADA	No	No	No	No	-	5.96 m ²	1.04 m ²	17.44 %
2	CORREDIZA	2.80 x 3.33	NO	REC 3	No	No	No	No	-	6.42 m ²	9.32 m ²	1.45 %
3	PROYECTABLE	1.00 x 0.70	NO	WC 1	No	No	No	No	-	5.63 m ²	0.70 m ²	0.12 %
4	CORREDIZA	2.80 x 3.77	SE	REC 1	No	Si	Si	No	Quiebrasol: 0.78 x 1.26 Alero: 3.77 x 0.50	2.95 m ²	10.55 m ²	3.57 %
5	CORREDIZA	2.80 x 3.41	SE	REC 2	No	Si	Si	No	Quiebrasol: 0.78 x 1.26 Alero: 3.41 x 0.50	2.70 m ²	9.56 m ²	3.54 %
6	CORREDIZA	2.80 x 3.22	SE	SALA/COM	No	No	No	No	-	3.31 m ²	9.02 m ²	2.72 %
7	CORREDIZA	2.80 x 4.94	SE	SALA/COM	No	Si	No	Si	Quiebrasol: 0.10 x 0.30 Balcón: 5.10 x 1.80	4.05 m ²	13.83 m ²	3.41 %
Las dimensiones de ventanas y paredes están indicadas en (alto x ancho) y de elementos de sombra en (ancho x profundidad)												
* No se verificaron medidas en el edificio, las medidas surgieron de los planos obtenidos.												
** Las medidas no estaban en las plantas, se estimaron de fotos.												
Nota: Adaptado de "Estudio del diseño del conjunto pH. central park y su influencia en el confort ambiental de uno de sus apartamentos" por Salih et al., 2020, Revista SusBCity, Vol. 3, N°1, https://revistas.up.ac.pa/index.php/SusBCity/article/view/2014/1608												

3.1.2 Estudio de asoleamiento: simulación de iluminación Verificación y validación

La figura 5 muestra la validación de la simulación de iluminación. En la comparación entre (a) la fotografía y (b) la imagen renderizada en Revit a la misma fecha, hora y ubicación, se observa la coincidencia en la proyección de sombra de la palmera.

La figura 6 muestra la iluminación natural en el interior de la recámara principal y en la sala del apartamento; en la planta se indica las ventanas (en color azul) del apartamento estudiado. Espacios como la sala y la recámara principal reciben gran cantidad de iluminación natural (especialmente durante la mañana), por lo cual se ha requerido el uso de cortinas.



Ubicación del árbol con respecto al Edificio

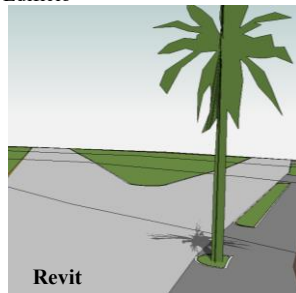


Figura 5. Validación de la simulación. Comparación de la fotografía con la imagen 3D a las 11:30am del 30 de junio de 2021.

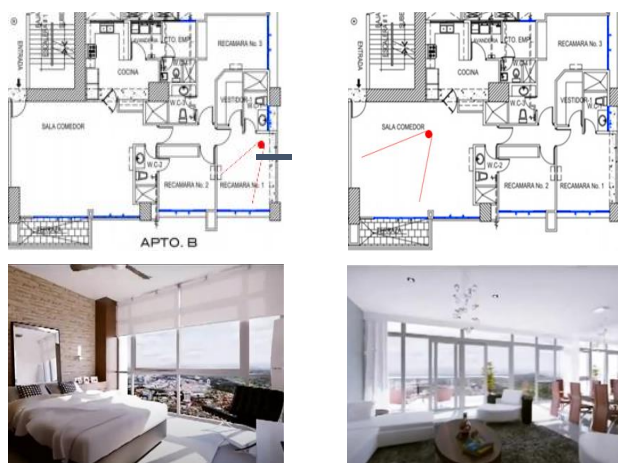


Figura 6. Iluminación natural en la recámara principal (izquierda) y en la sala del apartamento (derecha); en las plantas (arriba) se indica las ventanas en color azul.

La figura 7 muestra la relación de ventana-pared en la fachada Sureste y Noreste. La fachada sureste tiene más ventanas (vidrio) que pared; contrario a la fachada noreste. Carece de protección solar en la fachada Sureste.

La Figura 8 muestra el asoleamiento del edificio PH Elite 500 a lo largo del día el 25 de diciembre. Observase que la fachada sureste recibe sol durante todo el día.

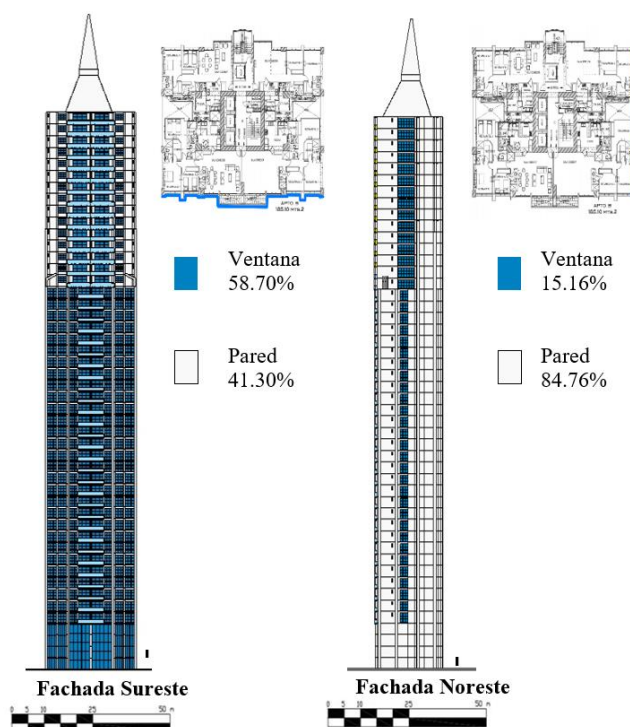


Figura 7. Relación ventana-pared

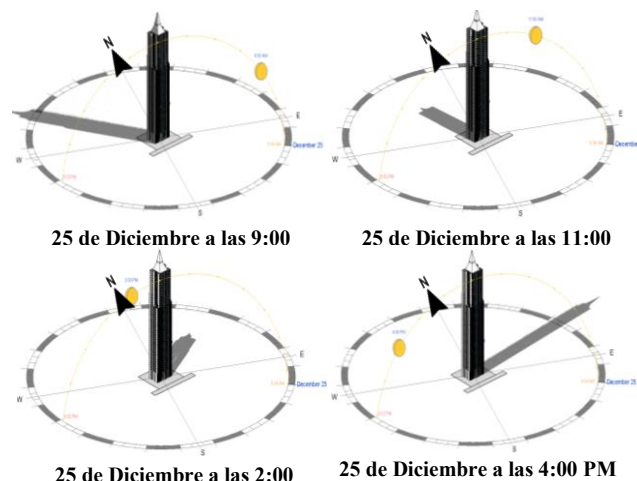


Figura 8. Soleamiento del PH Elite 500 en diferentes horas del día

La figura 9 muestra en la planta arquitectónica, las sombras dentro del apartamento estudiado (en el piso 15b) en diferentes horas del día del 25 de diciembre (solsticio de verano). Se observa que en esa época el recorrido del sol impacta de forma directa a la sala, comedor, balcón, recámara 1 y 2 mientras que la recámara 3, cuarto empleada y cocina no. Se evidencia como el sol ilumina de forma directa los principales espacios ya mencionados en horas de la mañana principalmente mientras que ya en horas de la tarde se refleja que la incidencia solar va bajando considerablemente.

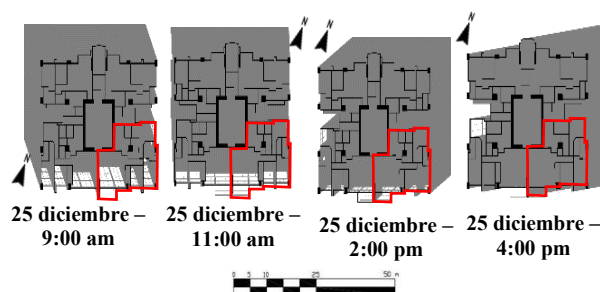


Figura 9. Planta con identificación de las áreas iluminadas y con sombra en el interior del apartamento estudiado (en el piso 15b) a lo largo de diferentes horas del día 25 de diciembre.

La figura 10 muestra las sombras en vistas en perspectiva dentro del apartamento (en el piso 15b) en 4 diferentes horas del día 25 de diciembre. La recámara principal recibe iluminación natural casi en todo el cuarte en las horas de la mañana (de 9:00 am hasta 12:00 md). Durante la tarde, una porción del interior igual continua recibiendo iluminación.

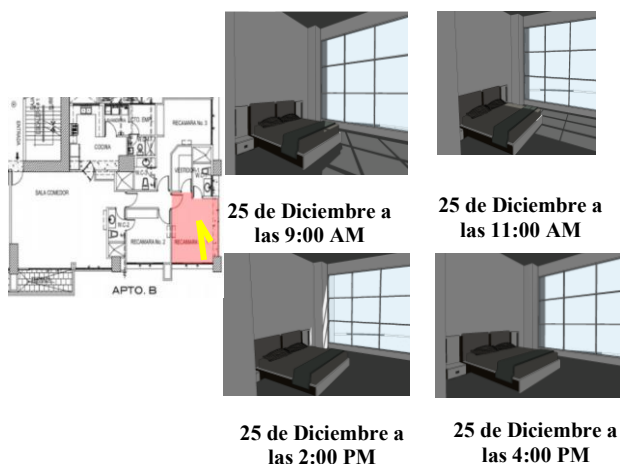


Figura 10. Sombras en vista perspectiva dentro del apartamento (en el piso 15b) en 4 diferentes horas del día 25 de diciembre.

3.2 Evaluación del edificio PH Ocean front

Al igual que el estudio de caso anterior, primero se realizó un estudio de la relación ventana-pared. Luego se realizó la simulación del modelo.

3.2.1 Estudio de la relación ventana-pared

La figura 11 muestra la planta del apartamento estudiado del edificio PH Ocean Front con indicación de las ventanas. Existe ventanas en los 3 fachadas del apartamento (Este, Sur y Oeste) correspondiendo a espacios como: Sala, Desayunador, Cocina, Baños, Recamara 1, 2 y 3. Por la cantidad y localización de las ventanas el apartamento podría tener además de iluminación, una potencial ventilación cruzada (a ser verificada en futuros estudios).

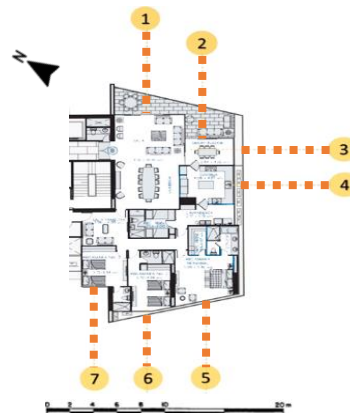


Figura 11. Planta del apartamento estudiado del edificio PH Ocean Front con indicación de las ventanas.

La tabla 2 muestra las propiedades geométricas y variables de la envolvente del edificio PH Ocean Front, el cual cuenta con grandes ventanales de más de 2 metros de ancho. En este análisis se entiende como quiebrasol vertical a elementos como columnas o paredes que protegen de la radiación solar directa en los ambientes. Por lo cual en la tabla, se indica la presencia de quiebrasoles en cocina, recámara 1 y recámara 3.

La figura 12 muestra un render de la sala y la recámara. Se observa que la forma que presentan las ventanas (de piso a techo) en dichos ambientes, aunque permiten la vista hacia el exterior, permiten la entrada de bastante iluminación natural. No existe un sistema de sombreamiento externo.

La figura 13 muestra la relación de ventana-pared en la fachada Suroeste y Sureste. Tanto la fachada suroeste como la sureste tienen un porcentaje casi equivalente de venta-pared (50%-50%). La fachada suroeste tiene un 55.46% de más ventanas (vidrio) que pared; contrario a la fachada Sureste, que tiene un 51.29% de más pared.

Validación del modelo

La figura 14 muestra la validación de la simulación computacional. En la comparación entre la fotografía real del área de referencia (posición de la palmera) con la simulación, se observa la similaridad. Los datos de la hora, fecha y georreferenciamiento del modelo están correcto pues en la dicha comparación se evidencia que las sombras coinciden. Para aclarar en donde se ubica el árbol, se muestra una fotografía en donde aparecen tanto el edificio como el árbol utilizado. Debido a la curiosa forma de la luz reflejada, también incluimos una foto que muestra que se debe al pequeño espacio que existe entre los altos edificios.

Tabla 2 – Análisis de las ventanas del edificio Ocean Front

APARTAMENTO 15B, EDIFICIO OCEAN FRONT, ORIENTACIÓN E												
VENTANAS						ELEMENTOS DE SOMBRA				RELACIÓN VENTANA/PARED (%) ÁREA DE PARED/ÁREA DE VENTANA	ÁREA DE VENTANA (m)	PORCENTAJE (área de ventana/área de pared)
#	TIPO	DIMENSIÓN (m)	ORIENTACION	AMBIENTE	VENTILACIÓN CRUZADA	QUIEBRASOLES	ALERO	BALCON	DIMENSION DE ALERO O BALCON (m)	ÁREA DE PARED (m)		
1	CORREDIZA	3.50 x 3.50	NO	SALA	Si	No	No	Si	4.75 x 2.66	9.55 m2	12.25 m2	1.28 %
2	CORREDIZA	3.50 x 3.50	NO	DESAYUNADOR	Si	No	No	Si	3.80 x 1.45	9.55 m2	12.25 m2	1.28 %
3	CORREDIZA	3.50 x 3.50	SE	DESAYUNADOR	Si	No	No	No	-	7.05 m2	12.25 m2	1.28 %
4	CORREDIZA	2.50 x 3.05	SE	COCINA	No	Si	Si	No	Quiebrasol: 0.10 x 0.45 Alero: 3.05 x 0.80	4.56 m2	7.60 m2	1.66 %
5	CORREDIZA	3.50 x 3.60	SE	REC 1	No	Si	Si	No	4.30 x 0.30	5.81 m2	11.88 m2	2.04 %
6	CORREDIZA	3.50 x 2.65	SE	REC 2	No	No	Si	No	3.70 x 0.30	8.63 m2	13.20 m2	1.52 %
7	CORREDIZA	3.50 x 3.18	SE	REC 3	No	Si	No	Si	-	7.27 m2	11.13 m2	1.53 %
Las dimensiones de ventanas y paredes están indicadas en (alto x ancho) y de elementos de sombra en (ancho x profundidad)												
* No se verificaron medidas en el edificio, las medidas surgieron de los planos obtenidos.												
** Las medidas no estaban en las plantas, se estimaron de fotos.												
Nota: Adaptado de "Estudio del diseño del conjunto pH. central park y su influencia en el confort ambiental de uno de sus apartamentos" por Salih et al., 2020, Revista SusBCity, Vol. 3, N°1, https://revistas.up.ac.pa/index.php/SusBCity/article/view/2014/1608												

1



Ventanas de Sala.

Ventanas de Recamara

Figura 12. Render de la sala y de la recamara.

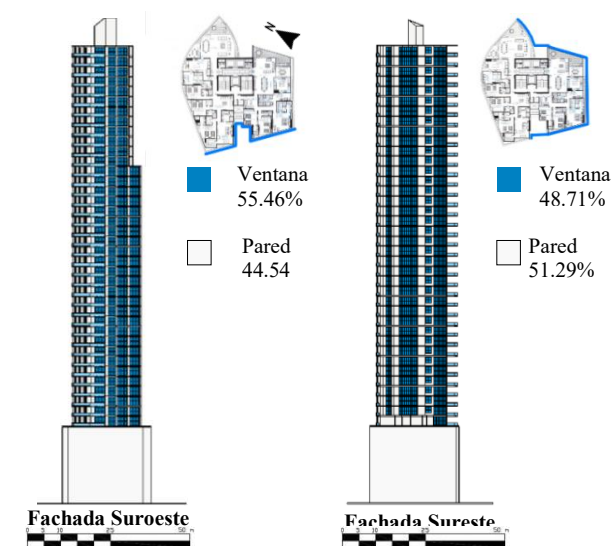


Figura 13. Relación de Ventana Pared

3.2.2 Estudio de asoleamiento: simulación de iluminación



Fotografía

Revit



Ubicación del árbol

Espacio entre edificios

Figura 14. Validación de la simulación: comparación entre la fotografía del área de referencia y la simulación a las 11:05a.m. del 17 de julio de 2021. Vista del árbol de referencia al frente de Ocean Front y del espacio entre Ocean Front y su edificio vecino.

La figura 15 muestra el asoleamiento del edificio PH Ocean Front a lo largo del día 25 de diciembre. Se observa que la Fachada Sur y Sureste, donde existen ventanas, recibe radiación solar durante todo el día 25 de diciembre.

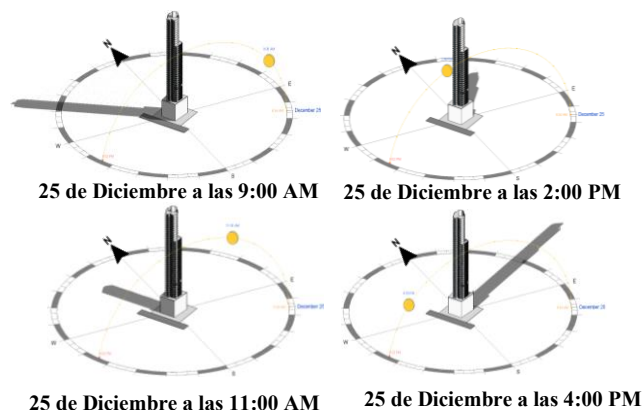


Figura 15. Soleamiento del PH Ocean Front en diferentes horas del día 25 de diciembre.

La figura 16 muestra la planta con identificación de las áreas iluminadas y con sombra en el interior del apartamento estudiado a lo largo de diferentes horas del día 25 de diciembre (solsticio de verano). Se observa que el sol ilumina principalmente espacios como sala, comedor, balcón y algunas habitaciones.

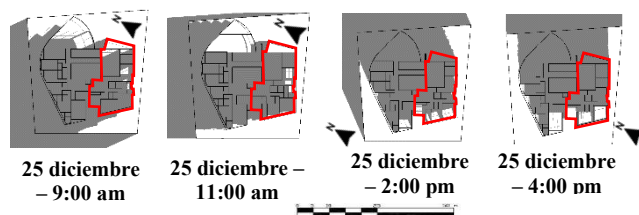


Figura 16. Planta con identificación de las áreas iluminadas y con sombra en el interior del apartamento estudiado a lo largo de diferentes horas del día 25 de diciembre.

La figura 17 muestra perspectivas internas del apartamento (en el piso 15b) mostrando las sombras en 4 diferentes horas del día 25 de diciembre. Debido a la orientación del edificio, la luz natural entra de forma directa a los espacios. Gran cantidad de iluminación natural entra en una de las recamaras del apartamento estudiado en horas de la tarde, mientras que al medio día y en la mañana hay más sombra.

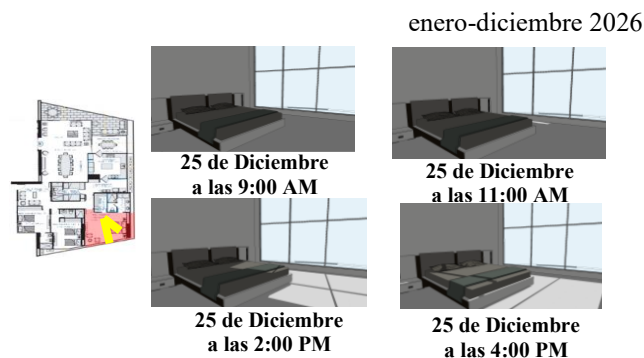


Figura 17. Perspectiva interna del apartamento (en el piso 15b) mostrando las sombras en 4 diferentes horas del día 25 de diciembre.

4. DISCUSIÓN

De los dos edificios estudiados el que posee mayor ventaja para la ventilación e iluminación es el Ocean Front, debido a que cuenta con 2 apartamentos por piso, permitiendo que se puedan aprovechar mejor los espacios de ventilación e iluminación. El edificio Elite 500, por contar con 4 apartamentos por piso, es más difícil de ventilar todos los espacios.

De acuerdo a los resultados obtenidos del estudio de asoleamiento y sombras del edificio Elite 500 puede observarse su correcta orientación ya que en diciembre uno de los meses en donde la incidencia solar es mayor, el sol no entra de manera indirecta la mayor parte del día y en aquellas ocasiones que entra de manera directa lo hace con poca profundidad, esto se traduce a una menor propagación del calor.

A pesar de que ambos edificios tienen amplios ventanales (en especial el XX) los cuales permiten la visión del paisaje, no se identificaron dispositivos de sombreamiento, para proteger de la radiación directa, en ninguno de los edificios. Lo cual pone de manifiesto la necesidad de incorporar estrategias pasivas de control solar acordes con el clima cálido-húmedo de Panamá

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del presente estudio son:

- El análisis de soleamiento permite observar que varios ambientes de ambos edificios reciben radiación solar directa en varios periodos del día. Entre los dos edificios estudiados, el apartamento B del edificio Elite 500, es el más impactado por la radiación solar.
- La relación ventana-pared de ambos edificios supera los 40% de ventanas de vidrio con relación a la superficie de pared permitidos en el RES [12] a nuevos edificios residenciales. Este límite fue establecido para mejorar la eficiencia energética y el confort ambiental de la unidad habitacional y del edificio. Aunque ambos edificios fueron construidos antes de la implementación del RES, por lo cual el mismo no se aplica, este estudio fue realizado para observar la pertinencia del RES, en

especial de los parámetros (a) ventana-pared y (b) quiebrasoles o sombreamiento.

- Para evitar la radiación solar directa en climas calientes húmedos, como el de Panamá, el quiebrasol fundamental; el vertical para las fachadas Este y Oeste; el quiebrasol horizontal para la fachada Sur; y la combinación de ambos para las fachadas mixtas. Sin embargo, ninguno de los dos edificios estudiados presenta quiebrasoles. Para este estudio se consideró como quiebrasol a cualquier estructura como columna o pared que funcionase como protector solar.
- La mayoría de las ventanas en ambos edificios son corredizos, lo cual limita la flexibilidad de ventilación de los ambientes. Por ejemplo, ambos edificios no cuentan con ventanas con paneles mixtos o de aberturas múltiples que propicien aberturas parciales para ventilación en condiciones de lluvia. En caso de lluvia, la ventana corrediza debe cerrarse por completo para evitar la entrada del agua. Aspecto por el cual, se sugiere observar revisiones a los diseños de ventanas.

AGRADECIMIENTO

Este estudio es parte del Proyecto de investigación y Desarrollo (i+D) denominado #MUVEE PANAMA, liderado por el Investigador Principal (IP) Dr. Jorge Isaac Perén y financiado por SENACYT". Se agradece a la empresa JIP Plus Arquitectura y Urbanismo por el apoyo brindado en el presente estudio.

REFERENCIAS

- [1] L. Pérez-Lombard, J. Ortiz, and C. Pout, "A review on buildings energy consumption information," *Energy and Buildings*, vol. 40, no. 3, pp. 394–398, 2016.
- [2] C. F. Reinhart and S. Herkel, "The simulation of annual daylight illuminance distributions—A state-of-the-art comparison of six RADIANCE-based methods," *Energy and Buildings*, vol. 32, no. 2, pp. 167–187, 2017.
- [3] A. Tzempelikos and A. K. Athienitis, "The impact of shading design and control on building cooling and lighting demand," *Solar Energy*, vol. 81, no. 3, pp. 369–382, 2016.
- [4] M. Al-Sallal, H. Al-Rais, and A. Mahmoud, "Impact of external shading strategies on thermal and daylighting performance of residential buildings," *Energy and Buildings*, vol. 215, pp. 1–13, 2020.
- [5] F. Goia, "Search for the optimal window-to-wall ratio in office buildings in different European climates and the implications on total energy saving potential," *Solar Energy*, vol. 132, pp. 467–492, 2016.
- [6] S. Attia, A. Beltrán, L. De Herde, and J. L. M. Hensen, "Architect-friendly building performance simulation tools: A comparison," *Building Performance Simulation*, vol. 5, no. 3, pp. 237–252, 2018.
- [7] J. L. González and M. Trebilcock, "Daylighting strategies and energy savings in residential buildings in warm climates," *Energy and Buildings*, vol. 199, pp. 186–199, 2019.
- [8] J. Beitia, A. Gonzalez, B. Guardia, A. Guerra, and J. Peren, "Evaluación de la iluminación natural y del rendimiento de quiebrasoles en el edificio de oficinas 205 – SENACYT," *SusBCity*, vol. 2, no. 1, pp. 9–17, Jan. 2020.
- [9] M. Cadavid, I. de León, A. Mendieta, A. Villarreal, and J. I. Perén, "Influencia de los criterios de diseño y el entorno urbano de

edificios altos en apartamentos del P.H. Caleta y Deluxe Residences," *SusBCity*, vol. 4, no. 1, pp. 28–37, Jan. 2022.

[10] N. Archibold, K. Caballero, S. Cardona, K. Mendieta, and J. I. Perén, "Evolución de la Facultad de Enfermería y evaluación de la iluminación natural dentro de tres de sus salones," *SusBCity*, vol. 4, no. 1, pp. 46–52, Jan. 2022.

[11] J. Salih, P. Pino, B. Rodríguez, N. Uribe, and J. I. Perén, "Estudio del diseño del conjunto P.H. Central Park y su influencia en el confort ambiental de uno de sus apartamentos," *SusBCity*, vol. 3, no. 1, pp. 59–64, Jan. 2021.

[12] República de Panamá, *Reglamento de Edificación Sostenible*, Resolución JTIA No. 035, Gaceta Oficial Digital No. 28820, 18-jul-2019.

Fecha de recepción: 28 de marzo de 2025

Fecha de aceptación: 28 de julio de 2025