



Universidad RICARDO PALMA
Facultad de ARQUITECTURA Y URBANISMO



**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
ARQUITECTO**

TÍTULO

**DISEÑO DE TORRES CORPORATIVAS APLICANDO LA ARQUITECTURA
CINÉTICA EN FACHADAS**

AUTOR

Bach. López Fonseca, Evelyn Sharon

ASESOR

Arq. Yalán Reyes, Iván Arturo

2020- I
Lima, Perú

[AGRADECIMIENTOS]

Por la fe constante de
mis seres amados
que ha sido motivo de inspiración.

Agradezco especialmente
a mi asesor de tesis, el Arquitecto Yalán,
por la paciencia y buenas enseñanzas en
todo el proceso de las etapas.
Mi más profundo agradecimiento.

EVELYN LÓPEZ FONSECA

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Revisión sobre almacenamiento de energía térmica con cambio de fase.....	14
Ilustración 2 Centro Alzheimer de la Fundación Reina Sofía, Madrid. Arquitectos.....	15
Ilustración 3 Construcción de células hexagonales con respuesta diversa	16
Ilustración 4 RMIT: sección de la doble fachadae imagen de la cámara de gas argón	15
Ilustración 5 Vista exterior del Instituto del Mundo Árabe	19
Ilustración 6 Central Parking Garage Logal Airport.....	2
Ilustración 7 Fachada Kiefer Technic Showroom	2
Ilustración 8 Detalles Constructivos.	2
Ilustración 9 Esquema Metodológico.	2
Ilustración 10 Plano de Ubicación	51
Ilustración 11 Fotografías externas del terreno.....	51

Índice General

1. Introducción.....	6
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES	
2. Tema	8
3. Planteamiento Del Problema A Investigar	9
4. Objetivos.....	10
5. Alcances y limitaciones	11
6. Viabilidad del proyecto	12
CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL	
7. Base Teórica	14
8. Metodología.....	24
CAPÍTULO 3: MARCO CONTEXTUAL	
9. Análisis del distrito.....	28
10. Análisis de reflexión en el centro Financiero de San Isidro.....	33
CAPÍTULO 4: CRITERIOS GENERALES A SEGUIR	
Toma de Partida: conceptualización.....	38
Fachada cinética y uso en el proyecto.....	40
Componente de la fachada cinética.....	41
Materiales.....	45

CAPÍTULO 5: PROYECTO

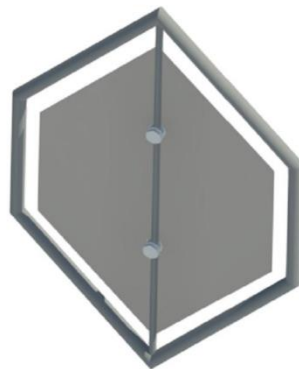
11. Programa arquitectónico.....	52
Plot plan.....	56
Vista 3D del proyecto.....	56
Cantidades.....	59
Presupuesto.....	60
13. BIBLIOGRAFÍA.....	61

1. Introducción

Las fachadas estáticas han sido tema de investigación a lo largo de la Historia, invitando a los arquitectos a contemplar avances tecnológicos y así dar cabida a las fachadas cinéticas que se adaptan según las condiciones internas y externas las cuales dan como resultado una serie de impactos lo que se viene investigando para aminorarlas en su gran medida.

También aparecen y se desarrollan en diversas formas, siendo partes de sistemas de circulación, elementos de sistemas de servicios o partes de sistemas de pieles o envoltorios para los edificios (Ramzy & Fayed, 2011).

En el caso de esta investigación se pretende generar una fachada cinética. La propuesta arquitectónica tiene como principio tecnología vanguardista para conseguir un diseño de un edificio confortable, enfocándose en la parametrización y modulación de los componentes bajo patrones hexagonales como conceptualización con una serie de estudios utilizando los softwares Insight, Revit, Rhinoceros, entre otros, generando la fachada cinética, logrando optimizar el confort térmico al interior de los espacios arquitectónicos del proyecto ubicado en la avenida Javier Prado Este (frente a The Westin Lima Hotel & Convention Center), San Isidro- Lima.



CAPÍTULO 1

G
E
N
E
R
A
L
I
D
A
D
E
S

2. Tema

En nuestro país, el focalizarnos en la construcción de larga duración, inclusive tipo móvil, transformable, es primordial en estas décadas y a tomar por consideración a las nuevas generaciones de profesionales del ámbito constructivo como lo incita Fernandez (2003). En la actualidad trabajar con fachadas cinéticas es más económico gracias a la utilización de nuevos materiales como métodos de construcción con ayuda de softwares para automatizar diferentes mecanismos que actúen de manera activa con el ambiente como lo justifican Pereyra y García (2013). Lo interesante de este método es que todas las fachadas del edificio son utilizadas al cien por ciento cumpliendo funciones tipo eólica (que supera a la tecnología de los molinos eólicos dado su elevado costo de compra abarcando un perímetro inferior a las dimensiones trabajadas en un edificio).

El tema a desarrollar son las Torres Corporativas- Financieras, propuesta orientada a empresas grandes, nacionales, extranjeras o privadas.

Destinada a cubrir la demanda actual del público ejecutivo de corporaciones de primer nivel. Además de introducir el diseño de fachadas innovadoras, de estándares internacionales utilizando conceptos bioclimáticos en Lima.

La propuesta arquitectónica contempla principios tecnológicos modernos para conseguir un diseño de un edificio confortable, conformando Zona Comercial, Zona Empresarial, Zona de Esparcimiento y un Helipuerto en una de las Torres; enfocándose en la parametrización y modulación de los elementos de la fachada propuesta, estabilizando el confort térmico dentro de las oficinas, y en el entorno externo logra menor reflectividad al no usar únicamente los muros cortinas de cristalería, sino adicionalmente la piel que permita que el proyecto interactúe con el medio.

Justificación del tema

Se plantea generar el menor impacto en el medio en edificios de alta demanda energética en Lima a través del uso de la arquitectura cinética en elementos arquitectónicos de fachadas de tal modo que la energía renovable en el ambiente se utilice apropiadamente siendo beneficiados clientes y día a día el público ejecutivo de corporaciones con espacios gratos para la realización de sus actividades. También se plantean espacios de negocios, interacción, espacios multifuncionales donde las empresas puedan promover actividad y economía del país.

Se trata de diseñar unas Torres Corporativas, con la capacidad de versatilidad y que implique aporte social y consciente a su entorno. Por ello la fachada tendrá un rol protagónico en el proyecto, así como criterios de diseño moderno de la arquitectura cinética, que permita una vida más aún más saludable para el usuario y rentable para el cliente.

3. Planteamiento Del Problema A Investigar

Desde las nuevas propuestas y actualizaciones en el diseño de fachadas de edificios con alta demanda energética en el Mundo debido a la concientización para cumplir con pautas de emisiones de carbono más estrictas en esta última década, incorporando nuevos sistemas de aislamiento o compensando sus emisiones con otras medidas ambientales como la generación de energía con fuentes renovables, sugiere que Lima- debido a su crecimiento económico junto con demanda energética- también esté a la vanguardia de la búsqueda de nuevas tecnologías aplicadas en sus construcciones para el beneficio de la comunidad.

En Lima, la reflexión se da con mayor intensidad en el equinoccio de primavera y otoño y son los usuarios más afectados, los conductores provenientes de la avenida Javier Prado Este en dirección oeste a este, en consecuencia, la reflexión proyectada por los vidrios de las grandes torres corporativas con muros cortina en sus fachadas junto con los vidrios de los vehículos

también afecta la visualización de los peatones que se trasladan en dirección este a oeste. La falta de confort térmico se vuelve más notorio y las soluciones tecnológicas ya se han dado a conocer en diversas partes del Mundo, así como proyectos académicos.

¿Cuál es la propuesta de fachada que haría que el consumo energético de centros corporativos-comerciales disminuya y se integre mejor con el ambiente?

¿Cuál sería el impacto ambiental que causaría el resultado final de la arquitectura cinética en el edificio?

¿Cómo mitigar el deslumbramiento y el desconfort térmico al interior de un edificio?

¿Bajo qué teorías se conceptualizarán los elementos de la fachada y cuál es el tipo de proporción a usar con respecto al proyecto?

Se buscará la síntesis de un modelo cinético en la fachada con los medios tecnológicos al alcance para aminorar el impacto energético del edificio en el medio a través de la modulación y materialidad.

4. Objetivos

Proponer un proyecto arquitectónico de Torres Corporativas en la Zona 4 de San Isidro- Lima con una fachada cinética que optimice el confort térmico dentro de un espacio arquitectónico, mediante elementos que interactúen de manera activa con el ambiente.

4.2. Objetivos específicos

- Investigar si el funcionamiento de la arquitectura cinética en fachadas es pertinente en la Zona 4 (Zona Financiera) San Isidro-Lima para garantizar la eficiencia energética del proyecto.
- Proyectar la edificación de tal manera que no sufra los impactos solares en sus fachadas o techos de forma que no aumente la temperatura interior de la edificación.

- Usar los criterios de diseño climático estudiados de los referentes y basados en los vientos para la modulación de los elementos cinéticos en la fachada.

5. Alcances y limitaciones

5.1. Alcances

El presente estudio pretende analizar las necesidades climáticas en ambientes de edificios de alta demanda energética

- Soluciones a la adaptación para el uso interno de energías renovables.
- Investigación acerca del sistema constructivo del acero y su funcionamiento en la ciudad de Lima.
- En la propuesta urbana se profundizará solo en la investigación y análisis de la introducción de un innovador sistema de fachada para edificios de oficinas en Lima, dando como conclusión la propuesta arquitectónica a nivel de detalles arquitectónicos.

5.2. Limitaciones

- Probables obstáculos para desarrollar el tema

Escasa industrialización en el ámbito de la construcción en el sistema a investigar en Perú.

Compatibilización del sistema constructivo convencional moderno en fachadas con el uso de energías renovables.

- Qué expresamente no se va a tratar en el trabajo

No se estudiará a detalle el funcionamiento de las fachadas en caso de sismos ya que comprende un manejo avanzado del software que implica mayor lapso de investigación para su estudio.

No se visualizará simulación sísmica.

6. Viabilidad del proyecto

Funcional

Se plantea el diseño de unas torres de uso mixto donde se desarrolle los siguientes usos:
Financiera y Oficinas.

Emplazamiento con el entorno

El primer nivel de las torres se mantendrá elevadas, dando paso a cafeterías, y en la parte trasera se encontrará el acceso de las financieras.

Ambiental

La particularidad del proyecto radica en su aporte al medio ambiente a través de la utilización de sistemas cinéticos en fachadas que brindan confort térmico, ambiental y un mejor manejo de los materiales para reducir el impacto lumínico hacia los usuarios del entorno en San Isidro.

CAPÍTULO 2

M
A
R
C
O

R
E
F
E
R
E
N
C
I
A
L

7. Base Teórica

Fachada cinética: parametrización para optimizar el confort lumínico

La utilización de un estudio previo de la parametrización de la estructura del grafeno se emplearía en los criterios de diseño arquitectónico de una fachada cinética como innovación tecnológica, como sustenta en la tesis Coellar (2018):

“Este concepto de investigación se sustenta por la necesidad de investigar tipologías constructivas arquitectónicas que respondan de mejor manera a la relación entre la arquitectura y medio ambiente, ya que, a diferencia de una fachada estática, la fachada cinética explora la posibilidad de convertirse en un elemento que interactúa de manera activa con el medio ambiente, adaptándose a las necesidades según sea la demanda de las condiciones exteriores e

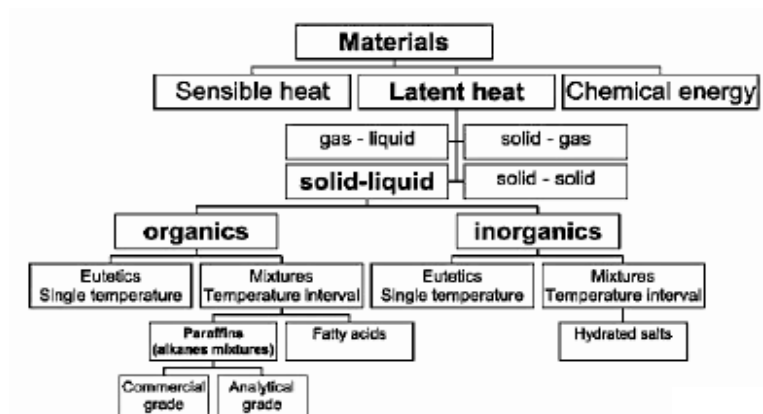


Ilustración 2
Review on thermal energy storage with phase change

interiores.” Coellar Alvear, I. R. (2018). *Tesis*. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30293>

La envolvente fotovoltaica en la arquitectura

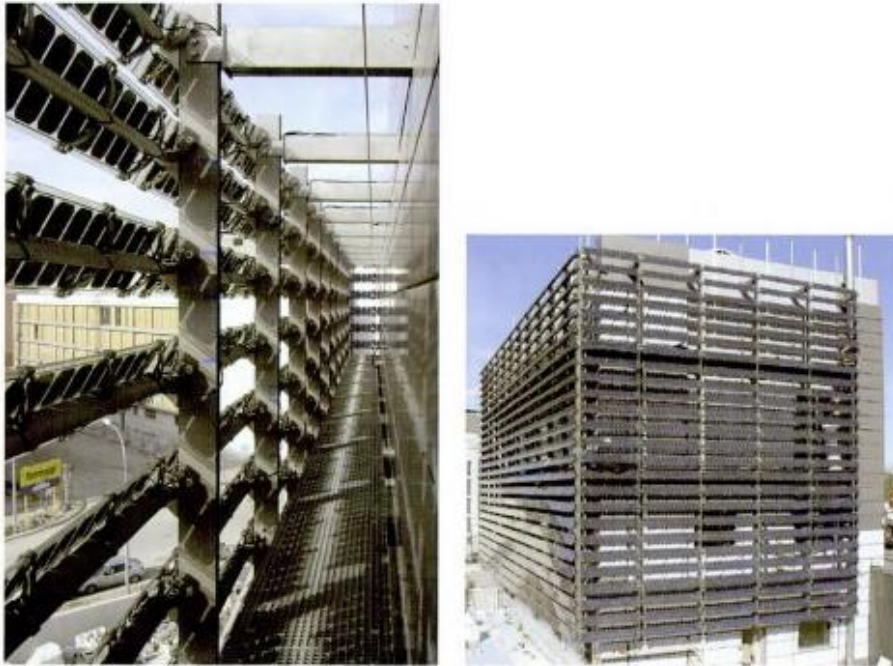


Ilustración 3

Centro Alzheimer de la Fundación Reina Sofía, Madrid. Arquitectos: Estudio Lamela.
Ssistema fotovoltaico.

Chivelet y Fernández (2007) nos justifica que el uso de cualquier superficie de la envolvente de un edificio que esté libre de sombras y bien orientada puede ser susceptible de albergar módulos fotovoltaicos dependiendo la latitud del emplazamiento.

Pieles responsivas en la arquitectura y sistema de integración info- ambiental a través de tecnología arduino

“El uso de la tecnología en las fachadas se encuentra en un nivel de explotación investigativa para hallar nuevos criterios de diseño y optimización de los cerramientos”, como justifican Pereyra y García (2013), la posibilidad de generación de módulos cinéticos está garantizado por los siguientes factores:

- Bajo coste de producción debido a los materiales que está compuesta.
- El bajo coste de las placas Arduino, los sensores y motores empleados, y el reciclaje de artículos informáticos de los laboratorios.



Ilustración 3

Construcción de componentes hexagonales con respuesta diversa, dependiendo de la proximidad del usuario.
Recuperado de: <https://goo.gl/7iWZD9>

7.1.2. *Estímulos y reacciones: fachadas dinámicas ante el sol, el viento y la temperatura*

Carmenado expresa sobre el uso correcto de la piel cinética lo siguiente (2016):

“Los aparatos electrónicos se devalúan con gran rapidez, pero con la tecnología aplicada en las edificaciones no puede ocurrir lo mismo. Es necesario invertir lo necesario en su mantenimiento, así como entender cómo funciona para hacer un buen uso de ella (de ahí la ventaja de las pieles inteligentes que reaccionan por sí mismas y que evitan una mala programación). Las fachadas dinámicas se amortizan en bastantes años, por lo que es fundamental que funcionen correctamente a lo largo de la vida útil del edificio, para poder recuperar el coste inicial invertido y obtener un importante ahorro en climatización, así como reducir considerablemente las emisiones de CO2.”



Ilustración 4
RMIT: Sección de la doble fachada. Perspectiva de la cámara de gas argón. Tomado de AAVV. El croquis, Sean Godsell

Base conceptual

Arquitectura cinética

“Aquella en la que una o varias partes de la estructura de un edificio se pueden mover, sin que por ello su estabilidad se vea afectada” (Ramzy & Fayed, 2011).

Sistemas cinéticos

“Son movibles de una ubicación a otra dentro de un espacio determinado, pueden transformarse según su dinámica en varias configuraciones (a pequeña escala), son del tipo de configuración en el que pueden interactuar para adicionar o prescindir de elementos (que son las partes del todo), pero no forman parte de la totalidad de la estructura de ninguna construcción, pudiendo existir independientemente de cualquier edificación” (Jorquera Lucerga, 2013).

Muros cortina

“Término utilizado para describir la fachada de un edificio que no lleva ninguna carga más que la de su propio peso. Estas cargas se transfieren a la estructura del edificio a través de una estructura auxiliar de anclajes y apoyos de acero, sobre la que se acoplan elementos de bajo peso. Estos son fijados a la estructura resistente sin ser parte de ella, sino que gravitando”. (Čekon & Slávik, 2017).

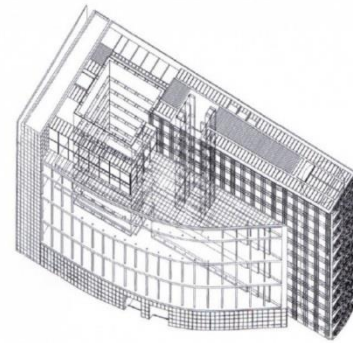
Fachada de edificios

Paramento* “Exterior de un edificio, generalmente el principal, por lo que su composición formal y volumétrica cobran gran importancia. A través de ellas se debe expresar los conceptos principales del edificio, bien su funcionalidad, bien su aportación al medio; y además debe encajar en el entorno en el que se sitúa el edificio”. (Patón, 1996).

*Cada una de las caras de todo elemento constructivo vertical, como paredes o lienzos de muros.

Antecedentes

7.3.1. Instituto del Mundo Árabe de Jean Nouvel en París



Componentes móviles de la fachada del Instituto del Mundo Árabe

Ilustración 5 Vista exterior principal.
Instituto del Mundo Árabe, París, Francia (1987)

Tabla 1

Tabla antecedentes arquitectónicos

Arquitectos	Jean Nouvel- Gilbert Lèzenes- Pierre Soria
Ubicación	París, Francia
Área construida	16912.0 m ²
Año proyecto	1987
Materiales	Esqueleto metálico Muro cortina de cristal y aluminio
Confort	Lumínico- térmico
Mecanismos en fachadas	Fachada sur, células fotoeléctricas que funcionan con energía eólica, controlando automáticamente su propia luminosidad y reflejos en su interior

Fuente: elaboración propia del autor

En este edificio Nouvel empleó un diseño tradicional, reinterpretando una serie de figuras geométricas empleadas en la cultura árabe, pero realizándolas de una forma nueva y dinámica. La fachada suroeste está formada por unas hojas de cristal con unos diafragmas móviles que se abren y se cierran automáticamente modulando la luz y el calor solar que pasa al interior.

Aprovechar en el proyecto la fachada para el manejo de la climatización activa se vuelve fundamental al igual que este ejemplo.

7.3.2. Central Parking Garage Logal Airport

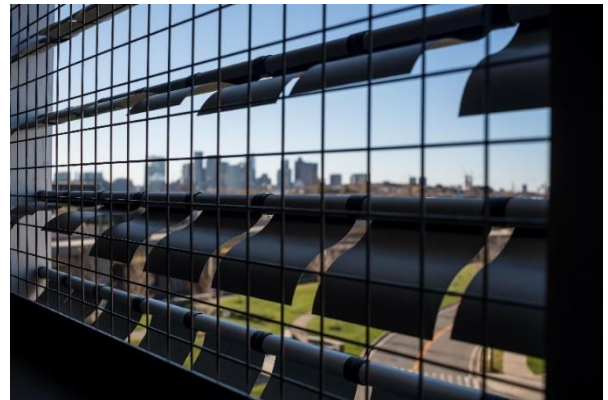


Ilustración 6 Central Parking Garage Logal Airport
Recuperado de: <https://tinyurl.com/y3fgmv3b>

Tabla 2
Antecedentes arquitectónicos

	Arrowstreet
Equipo	WSP Parsons
	Linetec, Façade
Ubicación	Boston, United States
Área	20 994.62 m2
Construida	
Año	2016
Proyecto	
Materiales	Sistemas de aluminio (aletas), sistema acero inoxidable (barras)
Confort	Térmico
Mecanismos en fachadas	Fachada Cinética compuesta por más de 48,000 cuadrados de aluminio curvos que abarcan 8 pisos y 290 pies.

Fuente: elaboración propia del autor

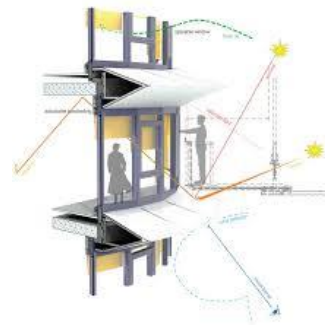
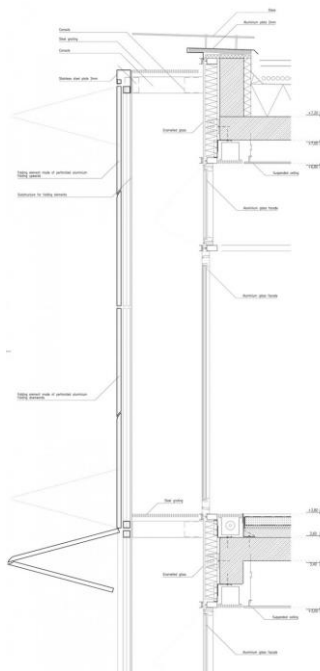
El presente sistema se compara con los sistemas automatizados de cortinas y persianas que se incorporan a los edificios cumpliendo el mismo objetivo, sin embargo, éste conforma la fachada del edificio.

7.3.3. Kiefer Technic Showroom



Ilustración 7

Fachada Kiefer Technic Showroom- Recuperado de <https://tinyurl.com/y3crz8yx>



Fachada de postes de aluminio con una fachada en yeso blanco

Ilustración 8

Detalles Constructivos. Recuperado de <https://tinyurl.com/y3crz8yx>

Tabla 3
Antecedentes arquitectónicos

Equipo	Giselbrecht + Partner ZT GmbH, DI Peter Fürnschuss
Ubicación	Bad Gleichenberg, Austria
Área Construida	4 270.00m ²
Año Proyecto	2007
Materiales	Esqueleto de ladrillo macizo, techos de cemento reforzado y columnas revestidas de acero. La fachada móvil funciona con 56 motores que activan persianas automáticas y paneles plegables de aluminio perforado.
Confort	Térmico
Mecanismos en fachadas	Fachada cinética con un diseño de un sistema de control automatizado, se convierte en la piel de la fachada curva

Diseñado estructuralmente para soportar:

- Vientos huracanados
- Lluvia torrencial
- Suficientemente ligero como para permitir una fácil instalación, flujo de aire y visibilidad desde el interior.

Desvía la luz solar, evitando así la ganancia de calor solar, y los espaciadores entre las aletas eliminan la posibilidad de ruido colateral.

8. Metodología

Técnicas para recopilar la información

- Análisis de artículos y material bibliográfico de entes públicos o privados sobre la actividad económica, comercial y empresarial de vanguardia.
- Investigación climática y estudio sobre el entorno de la arquitectura e infraestructura de San Isidro.
- Búsqueda y selección de referentes arquitectónicos en libros, revistas y plataformas digitales sobre el tema de arquitectura empresarial y comercial.

Procesamiento de la información

- Método comparativo con los antecedentes.
- Método gráfico estadístico: utilización de datos en softwares y organizaciones (INEI, Insight, SENAMHI).

Esquema metodológico

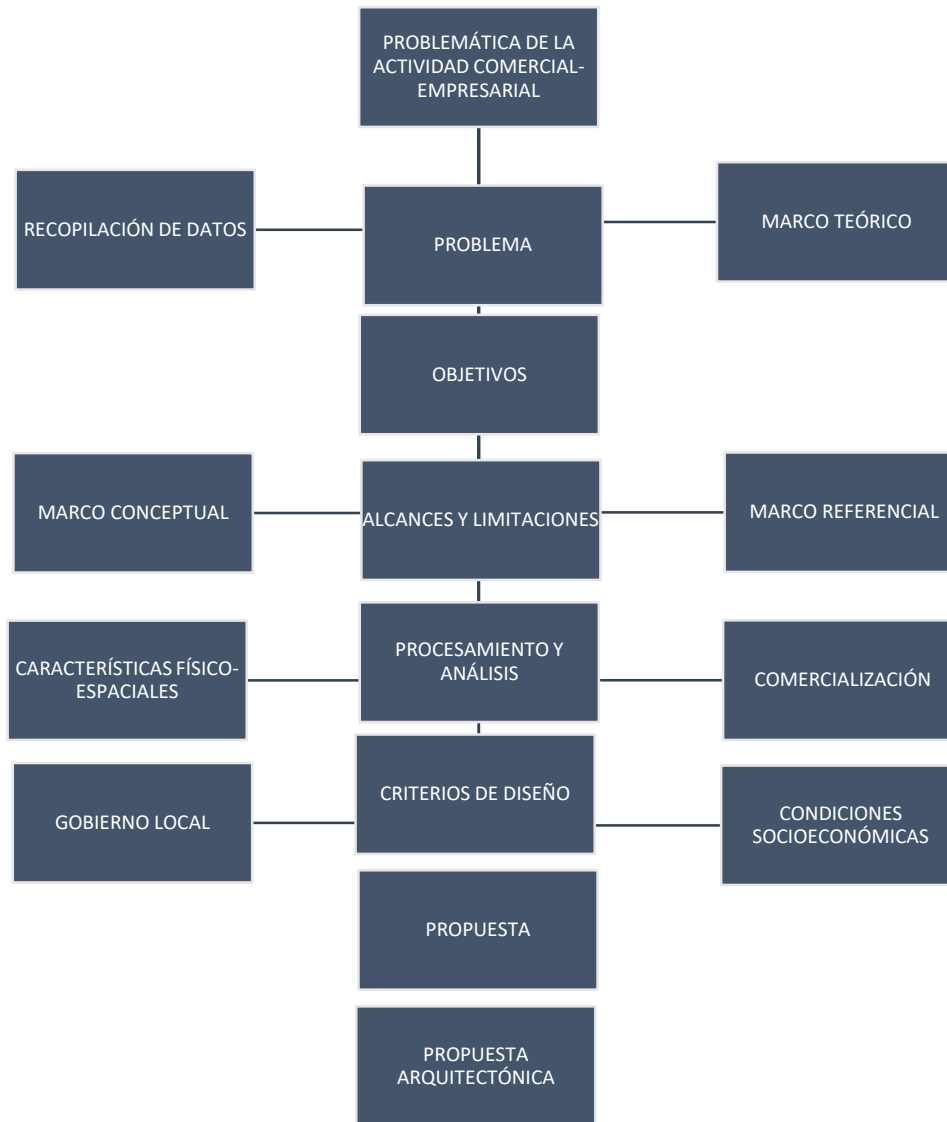


Ilustración 9 Esquema Metodológico
Fuente: Elaboración del autor

El desarrollo de la investigación plantea la construcción de la fachada cinética según como se explica en el siguiente diagrama:

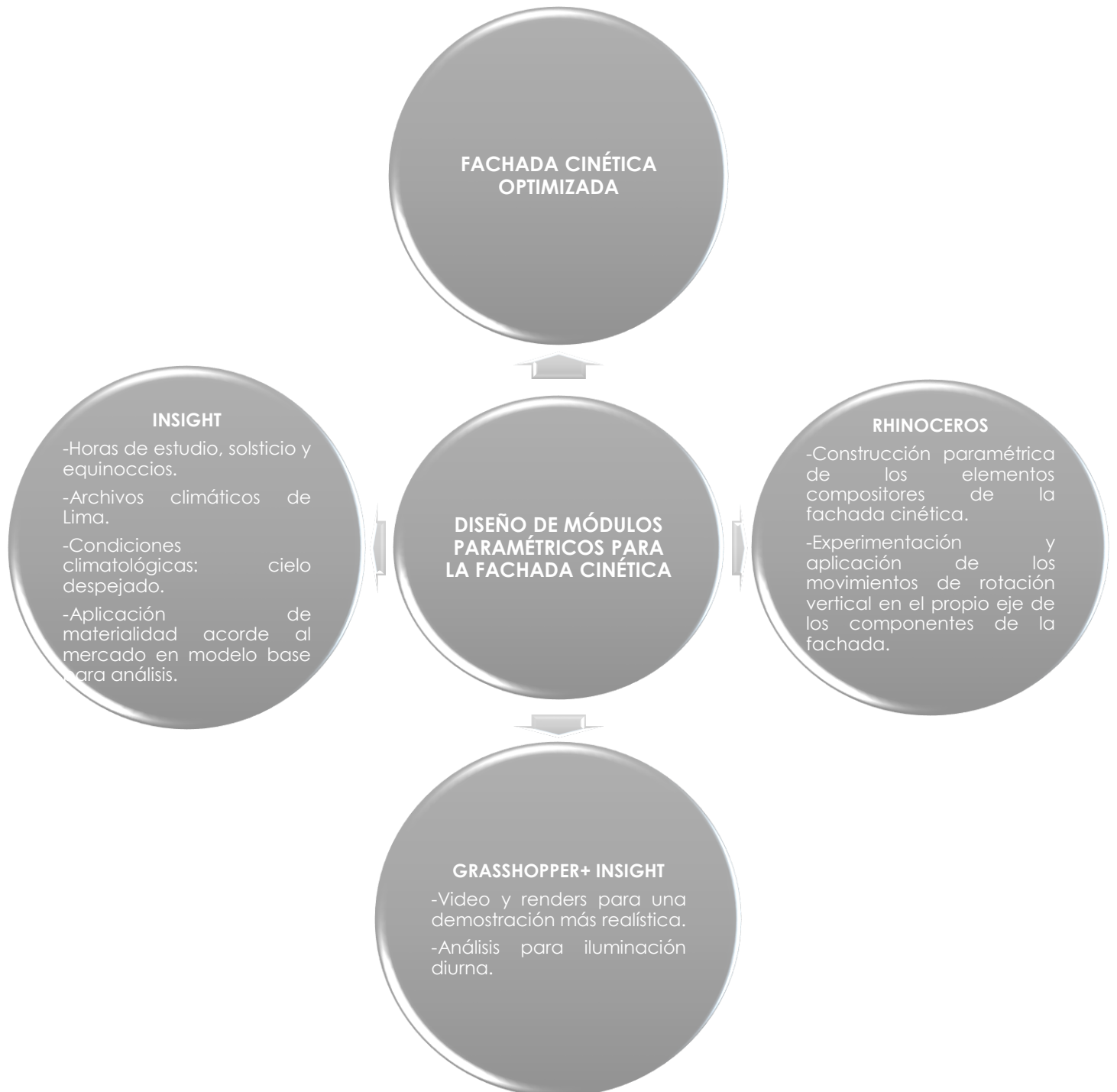


Ilustración 10 Esquema del modelo de los componentes
Fuente: Elaboración del autor

CAPÍTULO 3

M
A
R
C
O

C
O
N
T
E
X
T
U
A
L

9. Análisis del distrito: San Isidro

1.1. Factores Ambientales

Clima

Se buscaron como referencia fuentes estadísticas del Servicio Nacional de meteorología e Hidrología (SENAMHI) y resultado de análisis del software Insight bajo derechos de autor de regentes de la Universidad de California para la extracción de datos más precisos a las condiciones climáticas de la zona de estudio donde se encuentra el terreno del proyecto.

Datos meteorológicos

SENAMHI

LIMA

E(d) B'H3

semicálido; H3: húmedo

d: deficiencia de lluvias en todas las estaciones

LATITUD: 12° E: árido; B'1:

LONGITUD: 77°20'

ALTITUD: 7 msnm

DATOS METEOROLÓGICOS DEL CALLAO- PERIODO 2007

ELEMENTOS METEOROLOGICOS		PERIODO	UNIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMPERATURA	MAXIMA	2007	°C	27,4	27,8	26,6	25,1	21,7	18,0	20,2	19	17,1	18,4	20,2	22,1
	MEDIA			23,5	23,6	22,8	20,7	17,8	15,6	16,3	15,5	14,7	15,7	17,3	19,3
	MINIMA			21,1	20,9	20,6	18,3	15,7	14,3	14,7	14,1	13,7	14,4	15,7	17,6
HUMEDAD	MEDIA		%	77,1	75,8	79,0	79,8	83,2	86,2	81,4	82,5	85,1	83,2	83,0	83,0
VIENTOS	ORIENTACION		dirección	S-O	S-O	S-O	S-O	S-O	S-O	S-O	S-O	S-O	S-O	S-O	S-O
	VELOCIDAD	MEDIA	km/h	12,9	10,7	10,9	8,9	7,7	6,4	7,8	8,8	9,8	10,9	11,2	12,2
		MAXIMA	km/h	21,9	19,4	18,8	17,3	15	13	14,4	16,3	17,5	19,2	19,5	14,3
VISIBILIDAD			Km	10,4	10,4	10	8,7	6,8	4,6	7,2	7,4	7,8	8,4	9,5	2,9

CUADRO 3

FUENTE: ELABORACION PROPIA

NUBOSIDAD: PROM. ANUAL- 6/8 cubriendo un 75% del cielo.

TABLA N°2: HUMEDAD
FUENTE: SENAHMI

La humedad relativa es abundante, siendo el valor mínimo de 55%, REGULAR

VELOCIDAD DEL VIENTO



TABLA N°3: VELOCIDAD DEL VIENTO
FUENTE: SENAHMI

TEMPERATURA AMBIENTAL

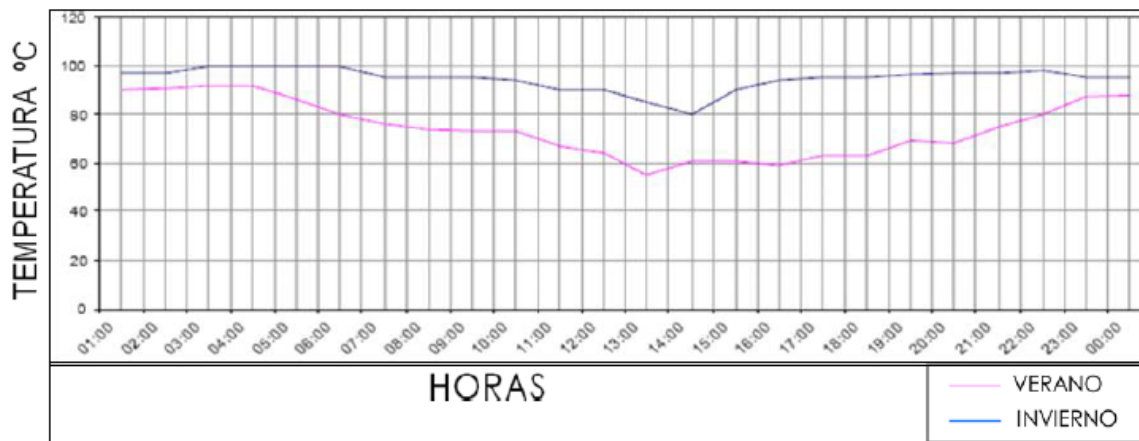


TABLA N°4: TEMPERATURA AMBIENTAL
FUENTE: SENAHMI

TEMPERATURA PROMEDIO CÁLIDA, PRESENTANDO FLUCTUACIONES DE 20 A 30 °C

Vientos: moderados en época de invierno

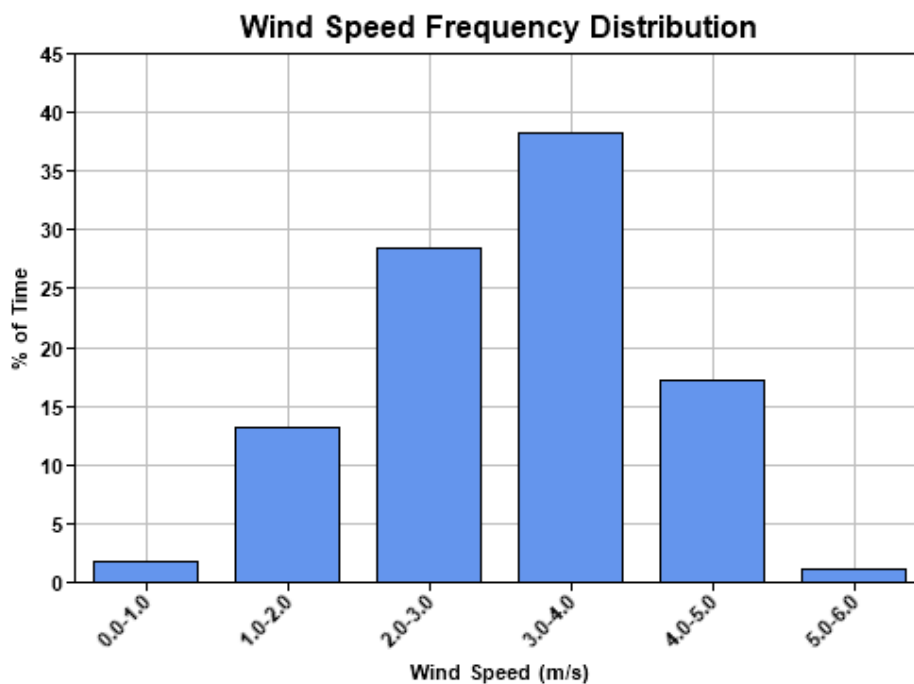
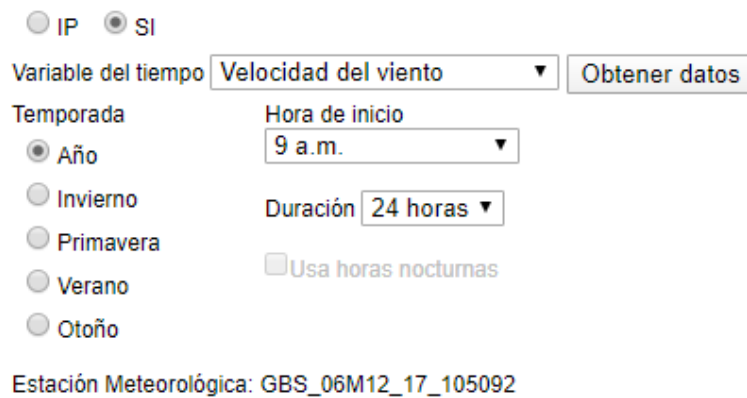
Vientos fuertes del sur en las tardes de verano.

7:00HRS- Predominan vientos calmados

SE, S, SO y O con fuerzas moderadas y fuertes.

Índices altos, vientos fuertes y aceptables únicamente bajo condiciones de alta humedad y temperatura.

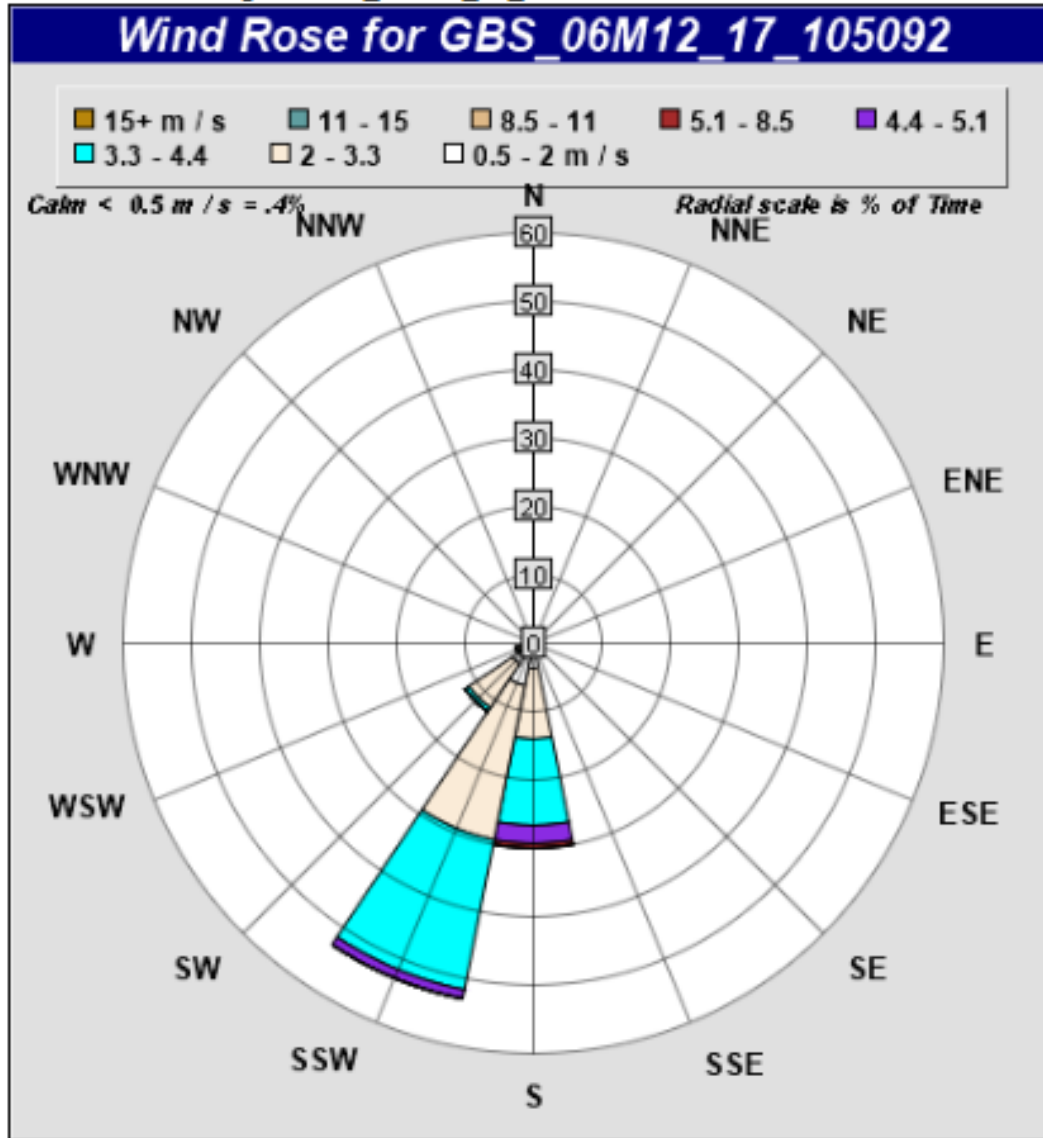
Insight

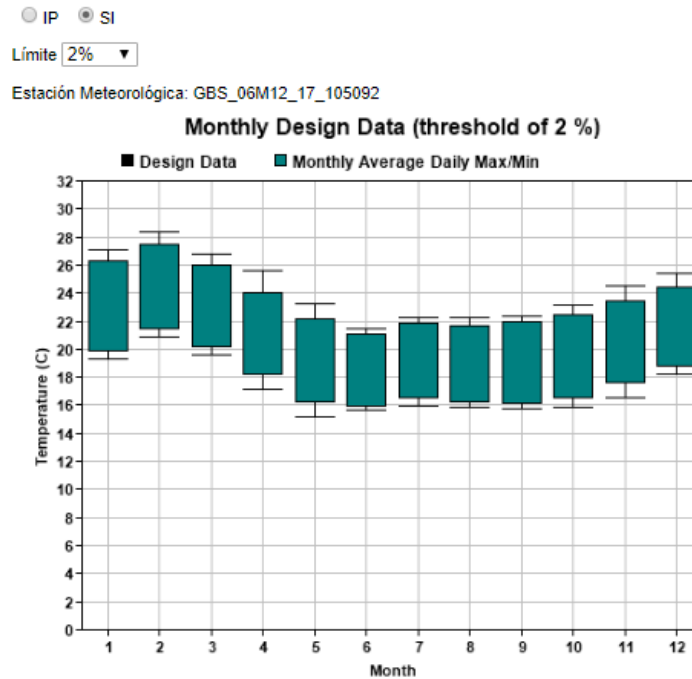


IP SI
 Wind Roses
 Temporada Año
 Invierno
 Primavera
 Verano
 Otoño

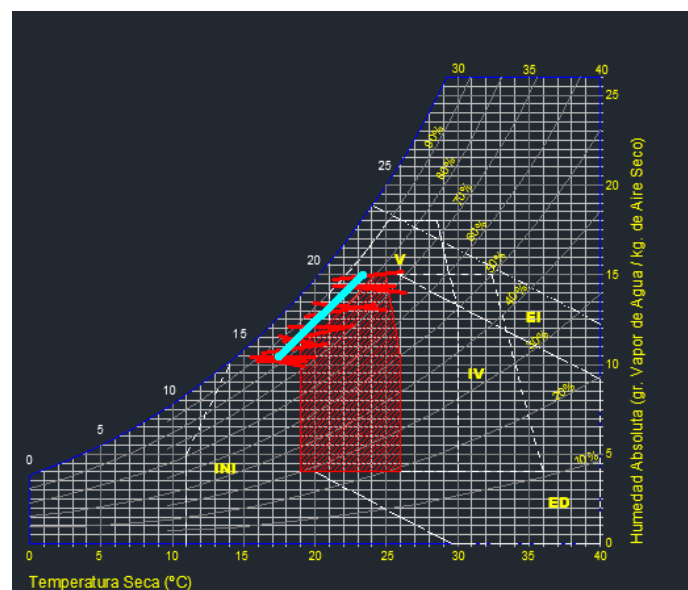
Hora de inicio
 Duración

Estación Meteorológica: GBS_06M12_17_105092





El ábaco psicométrico nos dice que Lima puede entrar en la zona de confort de forma sencilla, ya sea aportando calor o viento. Lima es una de las ciudades que causa menos problemas en cuanto a confort térmico, ya que no presenta mayor diferencia entre su nivel más alto de temperatura, y en cuanto a humedad, es una ciudad muy húmeda en toda época del año.








Gráficas en Autocad. Ábaco Psicométrico de Lima
Fuente: Elaboración propia del autor.

10. Análisis de reflexión en la zona financiera de San Isidro

Se realizará el análisis de la reflexión solar del lado oeste de los alrededores del terreno donde se encontrará ubicada la tesis-Centro Financiero de San Isidro, el cual se basa en la toma de medición de temperaturas para realizar recomendaciones y/o conclusiones certeras en los meses críticos de reflexión que perjudican a los usuarios de la zona, gasto energético elevado en los edificios para la climatización y a su vez a los conductores que trascurren hora a hora, de esta manera poder brindar soluciones tanto arquitectónica y como para el entorno del lugar.

El Análisis responde a las características climatológicas, haciendo énfasis a la reflexión que tiene como respuesta en el aspecto del confort ante tales temperaturas, reforzándolo en el aspecto social de la zona.

	SOL	SOMBRA	REFLEXION
Vegetación	46.5°	 17.7°	
Piedra laja	 22°	 24.6°	
Granito		 21.2°	
Vidrio		 20.4°	

Piso cemento semipulido	 30.5°	 22.2°  23.7° En sombra	 41.2°
Muro de contención		 23.7°	 27.3°
Asfalto	 40.7°	 23.7°	 44.7°
Vereda	 39.2°		 39.2°

La reflexión solar de los muros cortina de los edificios en la avenida Javier Prado, caen directamente hacia las vías peatonales y vehiculares de la misma, los momentos en los cuales se registró más reflexión fue a la hora de la tarde entre las 3:00 pm y 4:00 pm, momentos en los que los rayos solares aún siguen irradiando con fuerza, por lo que esas horas son nuestras muestras de estudio.

En el equinoccio de primavera la reflexión solar vuelve a ocupar un espacio notorio en las vías peatonales, abarcando aproximadamente un 35% del área estudiada.

22 septiembre 16:00 horas

Al momento de la tarde la reflexión comienza a ser inmensamente notoria. Abarcando aproximadamente un 70% del área del puente de la estación de metropolitano, esto es perjudicial

porque tanto los conductores como los pasajeros de la estación Javier Prado van a sentir malestar térmico.

A parte de que la reflexión está llegando a tocar parte de lo que debería ser la calle perteneciente al distrito de San Isidro donde es un paradero de buses y la gente suele esperar ahí por un tiempo moderado.

Diciembre 15:00 horas

En esta fecha se puede notar con claridad que el área impactada por la reflexión ya no está tomando lugar en el puente de la estación Javier Prado, lo cual es beneficioso ya que el usuario no sentirá malestar en el transcurso de la tarde

Diciembre 16:00 horas

A esta hora la reflexión ha aumentado considerablemente, pero sigue sin afectar al puente de la estación, debido a que el ángulo de proyección del sol está proviniendo del sur.

Como se puede apreciar la reflexión solar logar llegar hasta la otra calle, pero en ningún momento pasa por el puente de la estación del metropolitano, se podría considerar esta época como una de las más leves a tratar sobre el impacto de la radiación.

Conclusiones

- La reflexión se da con mayor intensidad en el equinoccio de primavera y otoño.
- Lima es de clima templado, no hay mucha diferencia entre la temperatura de verano y la de invierno.
- Los usuarios más afectados son los conductores provenientes de la avenida Javier Prado en dirección oeste a este, en consecuencia, la reflexión proyectada por los vidrios de los vehículos afecta la visualización de los peatones que se trasladan en dirección este a oeste.

Recomendaciones

- Para el diseño pasivo:
 - Iluminación natural y juego solar en fachadas.
 - Recolección de agua de lluvias.
 - Control solar.
 - Ventilación natural
- Eficiencia en el uso de recursos naturales
- Uso de dispositivos de control de asoleamiento
- Integración a la naturaleza
- Estrategias de climatización natural

CAPÍTULO 4

C
R
I
T
E
R
I
O
S

G
E
N
E
R
A
L
E
S

A

S
E
G
U
I
R

Toma de partido: conceptualización

Como resultado del análisis realizado en el entorno del sector financiero de San Isidro, se concluye que, por el gran uso de fachadas con muros cortina acristalados en los edificios y la falta de confort térmico como incomodidad lumínica que producen estas construcciones, hace falta el uso de nuevas tecnologías en fachadas de modo que no implique un gasto energético mayor al que ya se requiere para acondicionar las oficinas existentes por dentro para lograr un confort térmico.

Teniendo en cuenta la actualización de las tecnologías del funcionamiento de los edificios ya construidos, se decide generar la parametrización de los elementos que compondrán la piel de la fachada. Sobre el componente principal de la fachada, se halla el hexágono, una manera compleja de llegar a la conclusión de uno de sus derivados como el giroide, que, al analizarlo como un elemento real, atrapa el aire y lo convierte entre sus paredes, lo que motivó la transformación de una fachada cinética compleja a una sintetizada.

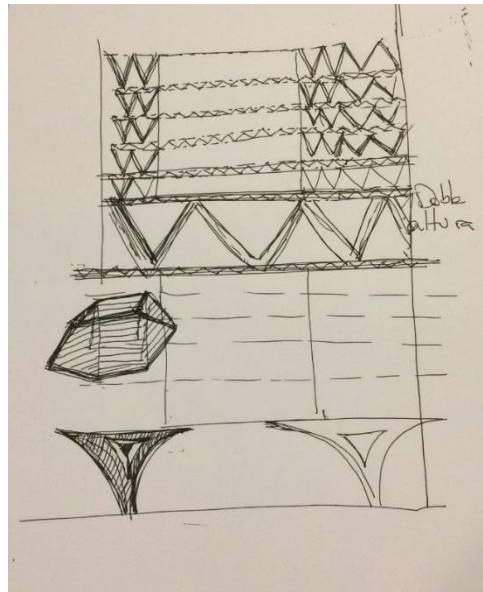


Ilustración 15
Bosquejo estructural del proyecto
Fuente: Elaboración propia del autor



Ilustración 16
Bosquejo de Fachada del proyecto
Fuente: Elaboración propia del autor

Fachada cinética y uso en el proyecto

Aproximación a la utilización del concepto sintetizado de un giroide y su funcionamiento en la realidad en las fachadas de oficinas en Lima.

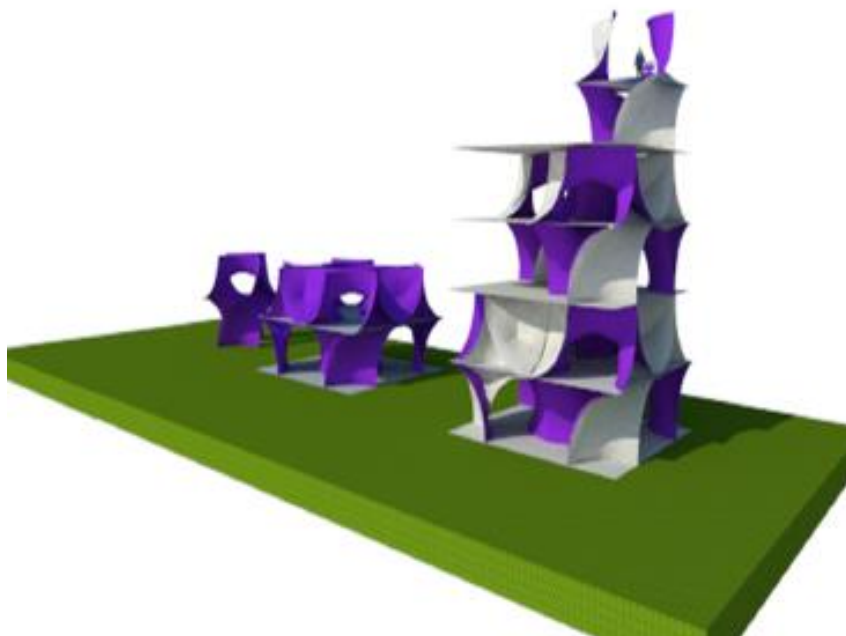
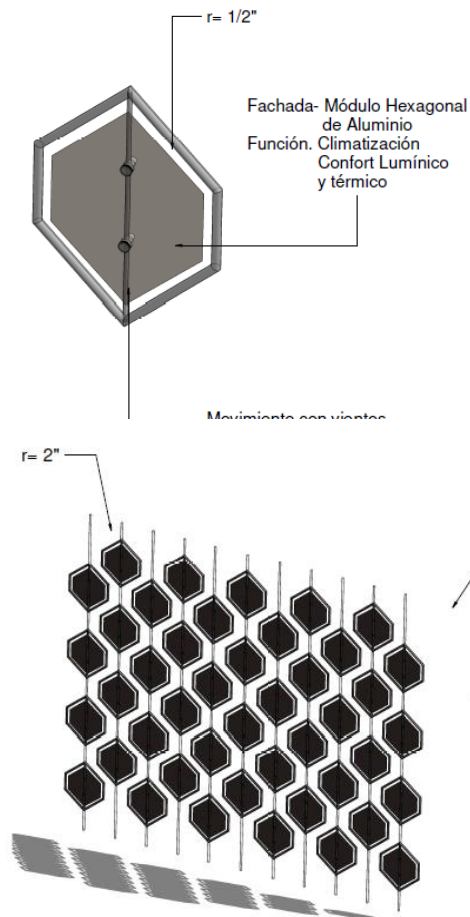


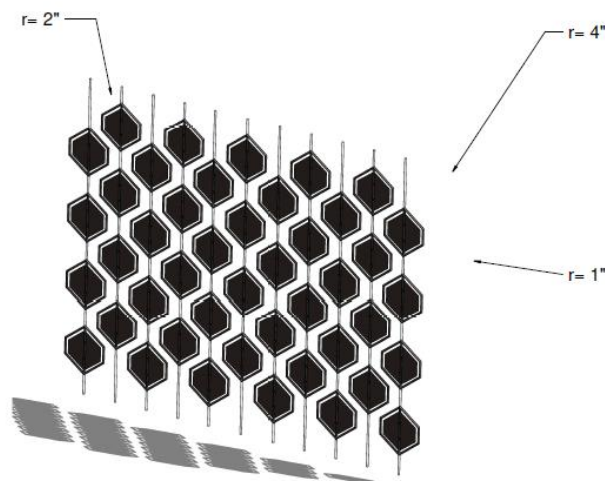
Ilustración 17
Primeros análisis del giroide con el modelamiento en software Rhinoceros
Fuente: Elaboración propia del autor

Componente de la fachada cinética

A continuación, la modulación se facilitó desde ya con el concepto del hexágono puesto que la estructura que sostiene a la fachada está formada por tridillosas que a su vez al descomponerse contienen esta triangulación perfecta.



Descomposición isométrica de la fachada cinética sus módulos



Descomposición isométrica de la torre corporativa

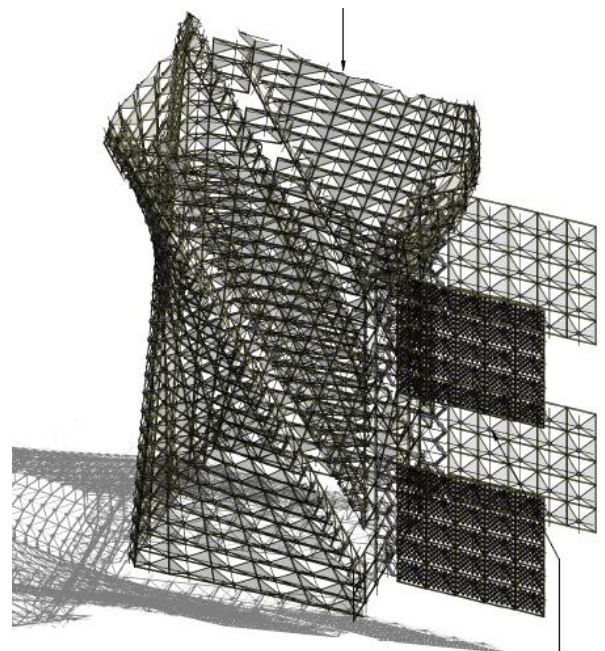


Ilustración 18
Isometría del componente cinético
Fuente: Elaboración propia del autor

Bloques centrales con componentes climatizadores que giran en su propio eje con el propósito de brindar confort térmico, lumínico; reduciendo el gasto energético en oficinas de Lima.

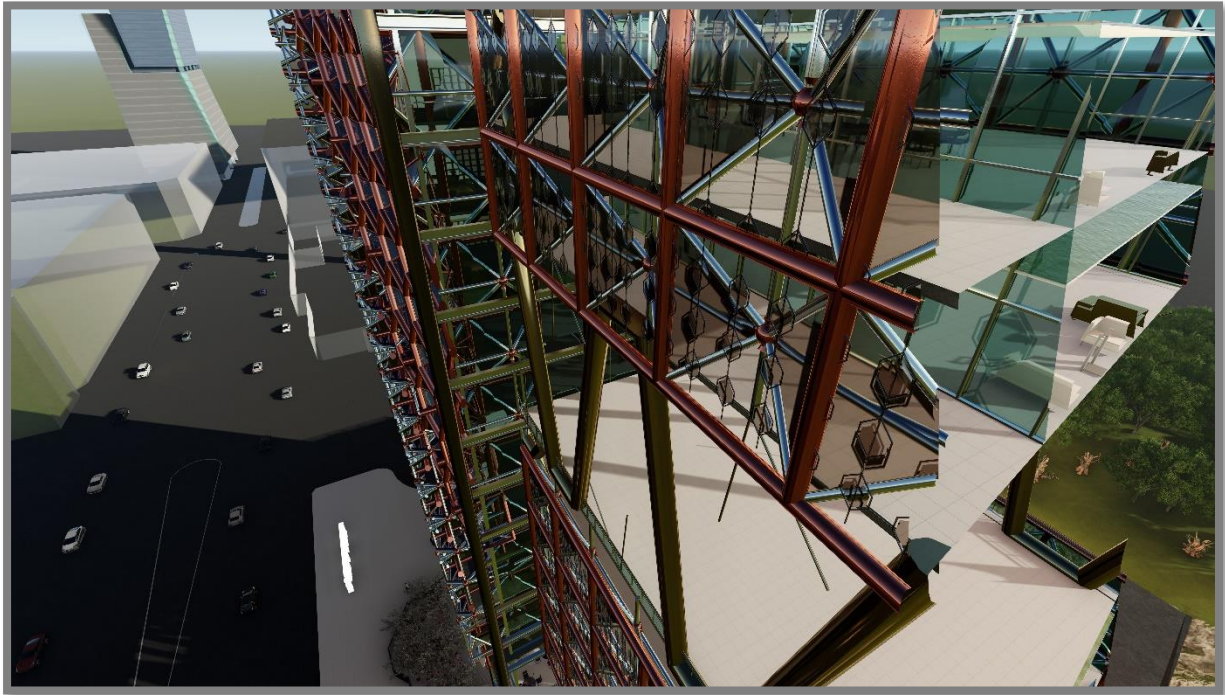
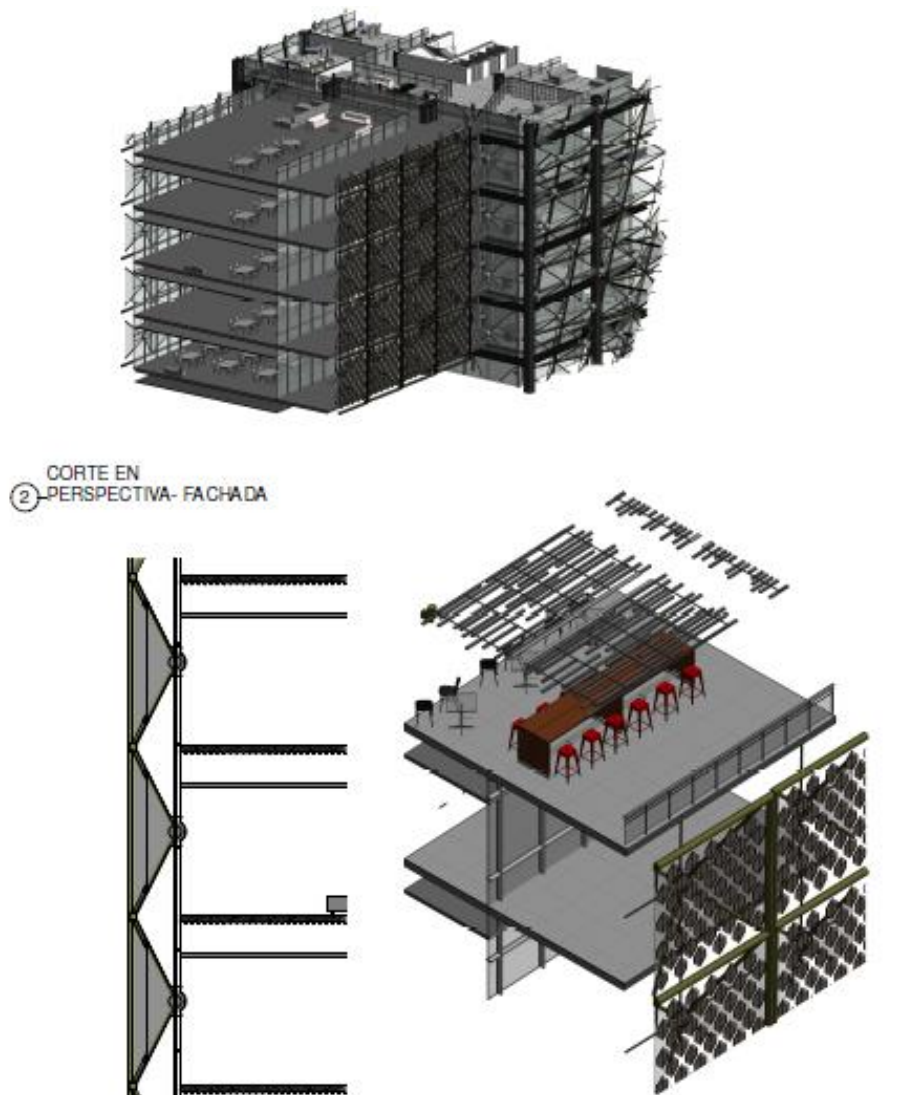


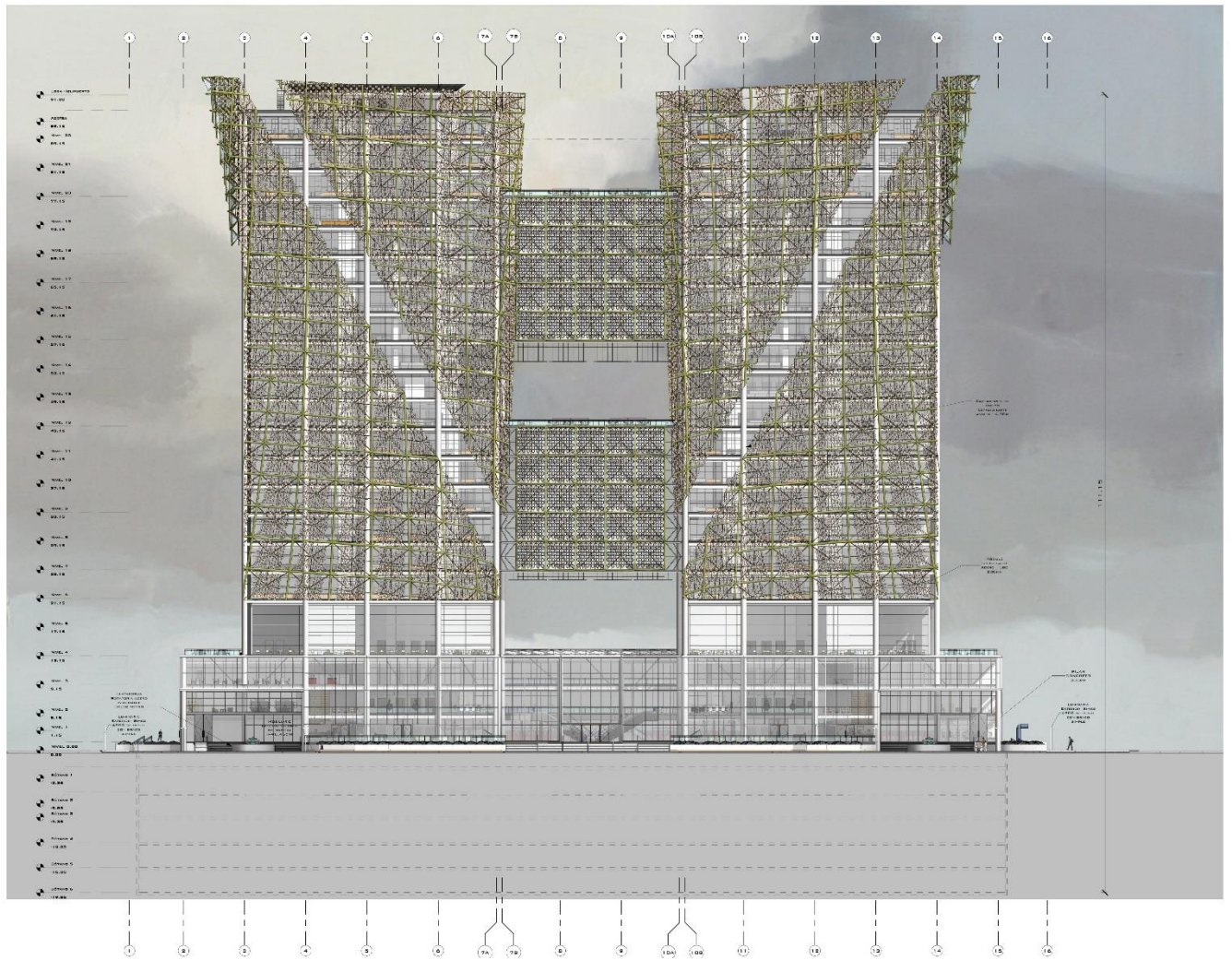
Ilustración 19
3D de la Fachada cinética
Fuente: Elaboración propia del autor



Isometría Bloque central del Proyecto. Fuente: Elaboración propia del autor

Así en base a la modulación de los ejes en el terreno, es pertinente la modulación de los elementos de la tridilosa en las fachadas, como también de los elementos centrales cinéticos que permitirán el desarrollo del proyecto. En la imagen isométrica superior se observa el bloque central, es donde se desarrolla la circulación- nexo de ambas torres- donde se desarrollará diversas actividades más adelante detalladas.

Elevación Sur del Proyecto

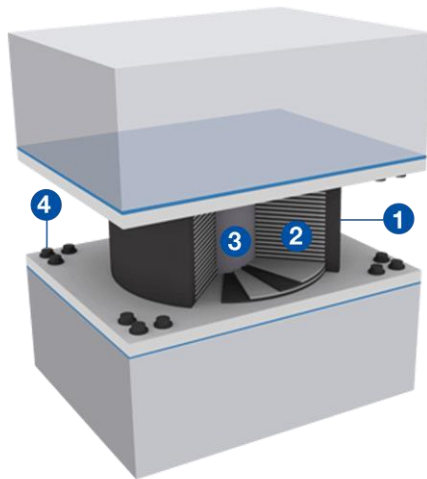


Fuente: Elaboración propia del autor

Materiales y elementos

Sistema estructural

Aislamiento sísmico



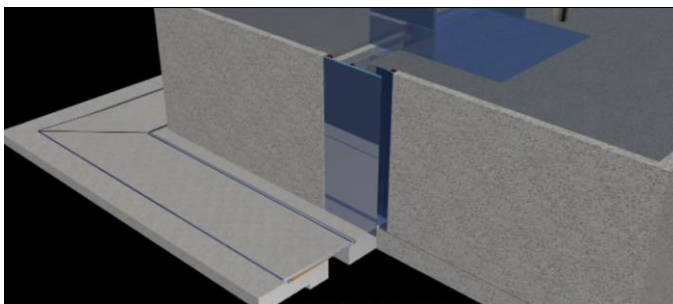
1/// Capa de protección de caucho

2/// Capas de caucho de acero

3/// Núcleo de plomo

4/// Pernos de anclaje

Fuente: Catálogo DCV. disipador sísmico CDV
Juntas Sísmicas



Fundamentación económica y ambiental

En el presente documento, se utilizó la información basada en los datos que el proyecto arquitectónico contiene desde su materialidad, climática y costos para la construcción. Se procede a la mejora de la energía del edificio y desempeño ambiental bajo la guía de softwares compatibles con el proyecto.

Utilización de materiales luminarios:

La fundición de aluminio, como explica (UPC Grup d'Estudis Luminotécnic, 2015) para este tipo de material y su uso se debe realizar con un contenido de cobre menor al 0,1%.

Sus características principales son:

- Costo intermedio
- Manufacturación sencilla
- Gran resistencia mecánica
- Resistente a la corrosión

La chapa de aluminio se utilizará como material para los componentes del modelo cinético. Sus características principales son las siguientes:

- Bajo costo
- Fabricación sencilla
- Resistente a la corrosión
- Poca resistencia mecánica

Fundamentación económica y ambiental

En el presente documento, se utilizó la información basada en los datos que el proyecto arquitectónico contiene desde su materialidad, climática y costos para la construcción. Se procede a la mejora de la energía del edificio y desempeño ambiental bajo la guía de softwares compatibles con el proyecto.

Los datos siguientes son abstraídos de Insight luego del análisis bajo parámetros ingresados para los requerimientos en San Isidro, Lima.

1 Carrera base

Resumen de energía, carbono y costos

Costo anual de energía \$ 352,225

El costo del ciclo de vida \$ 4,797,300

Emisiones anuales de CO₂

Eléctrico 0.0 Mg

Combustible en el sitio 27,1 Mg

SUV grande equivalente 2.7 SUV / año

Energía anual

Intensidad de uso de energía (EUI) 491 MJ / m² / año

Eléctrico 4.425.753 kWh

Combustible 542,982 MJ

Demanda pico anual 1,469.4 kW

Ciclo de vida de energía

Eléctrico 132,772,590 kWh

Combustible 16,289,451 MJ

Potencial fotovoltaico ([más detalles](#))

Ahorro anual de energía: 640,536 kWh

Costo total del panel instalado: \$ 2,837,216

Potencia nominal nominal: 355 kW

Área total del panel: 2,569 m²

Período máximo de recuperación de la inversión: 38 años @ \$ 0.08 / kWh

Potencial de energía eólica

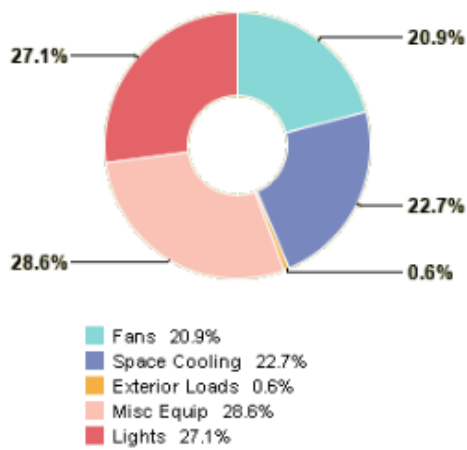
Generación eléctrica anual: 734 kWh

Potencial de ventilación natural

Horas totales de enfriamiento mecánico requerido:	4,633 horas
Posibles horas de ventilación natural:	1,018 horas
Posibles ahorros anuales de energía eléctrica:	544.103 kWh
Posibles ahorros anuales en costos de electricidad:	\$ 42,984
Horas netas de enfriamiento mecánico requerido:	3,615 horas

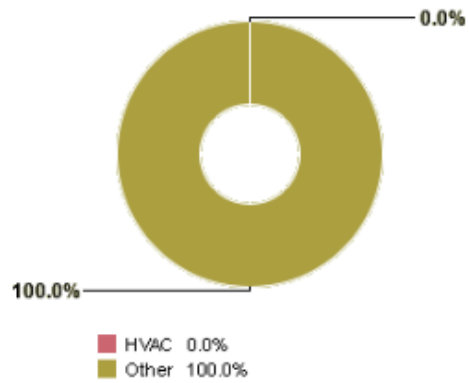
★ Nota: Los detalles que se muestran a continuación son para la ejecución básica TESIS_200109

Uso final anual de electricidad



Vista Básica | Vista detallada

Uso final anual de combustible



Vista Básica | Vista detallada

Base Run Construction

Techos	R20 sobre cubierta de techo - Valor U de techo fresco : 0.25 ⓘ	2,587 m ²
Paredes exteriores	Valor U de pared interior sin aislar : 2.35 ⓘ R13 Pared con marco de madera, teja de madera Valor U: 0.46 ⓘ	209 m ² 19,234 m ²
Paredes interiores	Valor U de pared interior sin aislar : 2.35 ⓘ	10,799 m ²
Pisos Interiores	Suelo de moqueta con marco de madera R0 Valor U: 1.16 ⓘ	31,034 m ²
Pisos Elevados	R13 Pared con marco de madera, teja de madera Valor U: 0.46 ⓘ Losa de hormigón sin aislar Valor U: 0.16 ⓘ	569 m ² 1,881 m ²
Ventanas fijas	Ventanas orientadas al sur: doble claro U-SI 3.16, U-IP 0.56, SHGC 0.69, VLT 0.78 (842 ventanas) Valor U: 3.16 W / (m ² -K), SHGC: 0.69, Vlt: 0.78 Ventanas sin orientación sur: Doble transparencia U-SI 3.16, U-IP 0.56, SHGC 0.69, VLT 0.78 (ventanas 2040) Valor U: 3.16 W / (m ² -K), SHGC: 0.69, Vlt: 0.78	1,102 m ² 3,563 m ²

Equipo de aire base		Nota: esta información no debe usarse para fines de dimensionamiento.
① Zona única empaquetada	Suministro de flujo de ventilador	4,759 LPerSec
	Tiempo de funcionamiento del ventilador de suministro anual	5,099 horas
	Capacidad de enfriamiento	-117,139
	Capacidad de calentamiento	117,367
① Zona única empaquetada	Suministro de flujo de ventilador	31,560 LPerSec
	Tiempo de funcionamiento del ventilador de suministro anual	5,099 horas
	Capacidad de enfriamiento	-849,314
	Capacidad de calentamiento	850,822
① Zona única empaquetada	Suministro de flujo de ventilador	4,166 LPerSec
	Tiempo de funcionamiento del ventilador de suministro anual	5,099 horas
	Capacidad de enfriamiento	-87,843
	Capacidad de calentamiento	88,043
① Zona única empaquetada	Suministro de flujo de ventilador	3,624 LPerSec
	Tiempo de funcionamiento del ventilador de suministro anual	5,099 horas
	Capacidad de enfriamiento	-117,161
	Capacidad de calentamiento	117,333
① Zona única empaquetada	Suministro de flujo de ventilador	21,069 LPerSec
	Tiempo de funcionamiento del ventilador de suministro anual	5,099 horas

Resumen del edificio: estadísticas rápidas

Número de personas: 1,324 personas ↓

Densidad media de potencia de iluminación: 9,69 W / m² ↓

Densidad de potencia media del equipo: 14,22 W / m²

Flujo específico del ventilador: 4.4 LPerSec / m²

Potencia específica del ventilador: -101,221.892 W / LPerSec ↓

Enfriamiento específico: 0 m² / kW ↓

Calentamiento específico: 0 m² / kW ↓

Flujo total del ventilador: 146,210 LPerSec

Capacidad de enfriamiento total: -4,334,722 kW

Capacidad de calentamiento total: 4,341,684 kW

CAPÍTULO 5

**P
R
O
Y
E
C
T
O**

10. Propuesta arquitectónica

Ubicación, dimensiones y límites

- Localizado entre la Av. Javier Prado y la Vía Expresa, lo convierte en un área muy cotizado y útil para una inversión de esta tipología arquitectónica planteada.
- Situada en la cuadra 42 de la Avenida Javier Prado, al frente The Westin Lima Hotel & Convention Center.

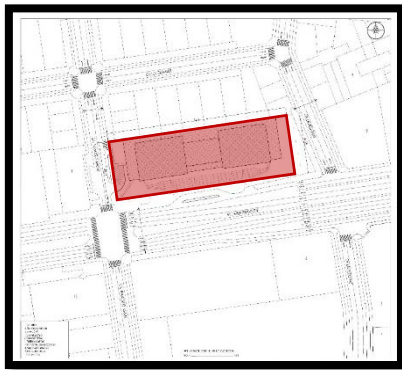


Ilustración 11
Plano de Ubicación. Fuente: Modificado por autor

El área del terreno mide 41.25m de ancho y 128.13m de largo, con un total de 5285.36 m².



Ilustración 12
Zona comercial del Distrito San Isidro.
Fuente: Extraído del Sitio Web de la
Municipalidad de San Isidro

La temperatura máxima en verano puede llegar a los 30°C y la mínima a los 12°C en época invernal.



11. Programa arquitectónico

Usuario y cliente

Cliente: Corporación Automovilística

Usuario: Público ejecutivo

Tabla 4
Cuadro de Áreas

PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICA- TORRES CORPORATIVAS						
ZONA	SECTOR	AMBIENTE	ÁREA	CANTIDAD	ÁREA TOTAL	
ZONA COMERCIAL	Local Bancario	Espera	30	2	60	
		Ventanilla	24	2	48	
		Venta y servicios	8	2	16	
		Oficina Gerente	12	2	24	
		Kitchenette	4	2	8	
		S.S.H.H. Caballeros	3	2	6	
		S.S.H.H. Damas	3	2	6	
		Cuarto de Limpieza	3	2	6	
		Almacén	6	2	12	
	Local tipo I	Área de venta	85	10	850	
		Atención al cliente	10	10	100	
		Depósito	8	10	80	
		Área de venta	120	3	360	
	Restaurante Terraza	Terraza	170	1	170	
		Estación de mozos	10	1	10	
		Cocina	40	1	40	
		Cuarto frío	5	3	15	
		Almacén	12	1	12	
		S.S.H.H. Caballeros	4	1	4	
		S.S.H.H. Damas	4	1	4	
		Depósito	24	1	24	
		Cuarto de Limpieza	4	1	4	
	Restobar	Área de mesas	120	1	120	
		Barra	15	1	15	
		Kitchenette	15	1	3	
		S.S.H.H. Caballeros	3	1	3	
		S.S.H.H. Damas	3	1	3	
						2003
		Hall	Hall de Oficinas Princ.	130	1	130
			Hall de Oficinas	12	25	300
			Recepción	15	12	180
			Espera	15	14	210
		Área Modular	270	6	1620	
		Sala de reuniones	30	6	180	

ZONA EMPRESARIAL	Oficina Tipo 1 (347 m2)	Oficina	15	6	90
		Administrador			
		Kitchenette	10	6	60
		Depósito	2	6	12
		Archivo	12	6	72
		S.S.H.H.Caballeros	4	6	24
	S.S.H.H. Damas	4	6	24	
	Oficina Tipo 2 (256 m2)	Área Modular	180	6	1080
		Sala de reuniones	24	6	144
		Oficina			
		Administrador	15	6	90
		Kitchenette	12	6	72
		Depósito	2	6	12
		Archivo	15	6	90
		S.S.H.H.Caballeros	4	6	24
	S.S.H.H. Damas	4	6	24	
Oficina Tipo 3 (385 m2)	Área Modular	315	1	315	
	Sala de reuniones	18	1	18	
	Oficina				
	Administrador	15	1	15	
	Kitchenette	15	1	15	
	Depósito	2	1	2	
	Archivo	12	1	12	
	S.S.H.H.Caballeros	4	1	4	
S.S.H.H. Damas	4	1	4		
Servicios	Comedor	160	1	160	
	Depósito	2	1	2	
	S.S.H.H. Caballeros	1	1	1	
	S.S.H.H. Damas	1	1	1	
	Zona Técnica	30	1	30	
5017					
ZONA ADMINISTRATIVA	Recepción	Recepción	12	1	12
		Atención al público	15	1	15
		Espera de administración	50	1	50
		Sala de reuniones	20	1	20
	Administración	Oficina Director	12	1	12
		Oficina Administrador	11	1	11
		Oficina Tesorero	10	1	10
	Pool Administrativo	100	1	100	
	Archivo	8	1	8	

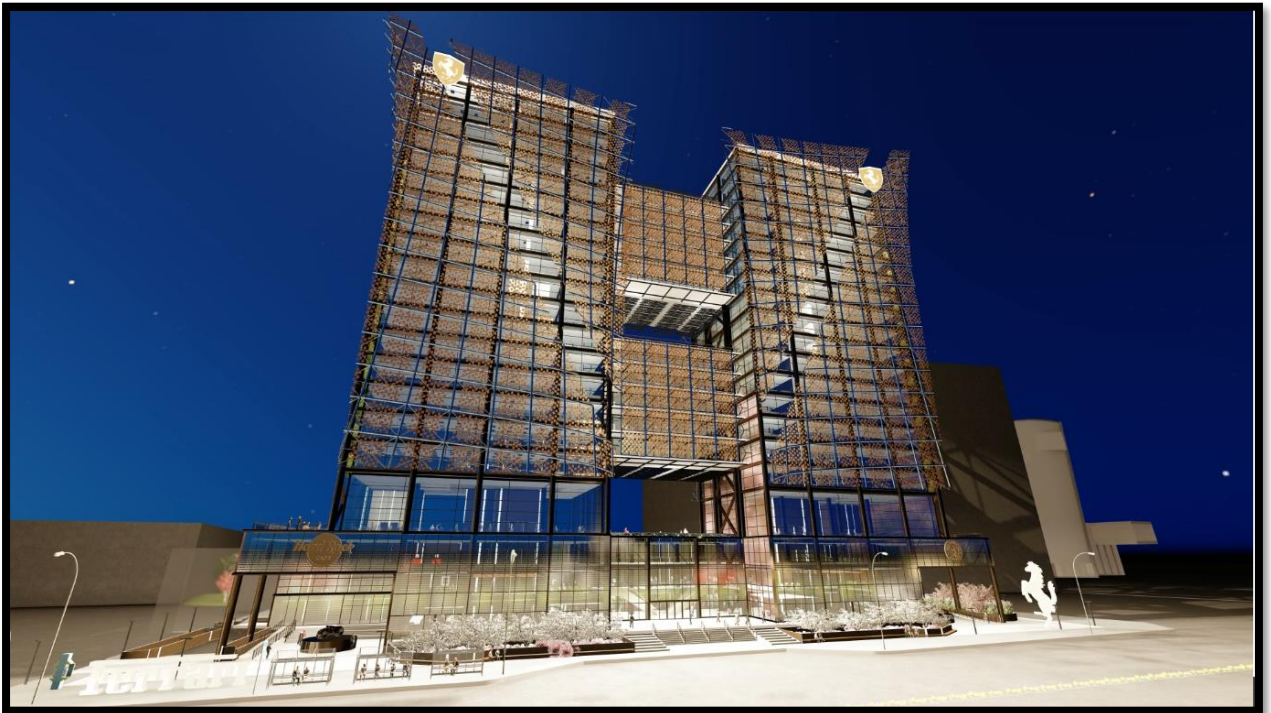
	Servicios	S.S.H.H. Caballeros	3	1	3
		S.S.H.H. Damas	3	1	3
		Kitchenette	6	1	6
					250
SERVICIOS GENERALES	Hall	Hall de servicio	58	11	638
		Hall de circulación	40	6	240
	Abastecimiento	Depósito general	61	4	244
		Depósito 1	13	21	273
		Depósito 2	32	5	160
		Cuarto de extracción de CO2	37	12	444
		Cisterna de Consumo Humano	108	1	108
		Cisterna Contra Incendio	37	1	37
		Depósito cisterna	13	1	13
		Cuarto de bombas	54	2	108
		Subestación	34	1	34
		Cuarto de tablero	20	1	20
		Cuarto Electrógeno	35	1	35
		Patio de Carga/ Descarga	70	1	70
	Mantenimiento	Mantenimiento	70	1	70
		Depósito de Mantenimiento	27	3	81
		Depósito de Limpieza	30	1	30
		Depósito General	70	1	70
		Cuarto de Basura Húmeda	13	1	13
		Cuarto de Basura Seca	22	1	22
	Servicios	S.S.H.H. Caballeros Personal	15	1	15
		S.S.H.H. Damas Personal	15	1	15
		Estar Personal	40	1	40
S.S.H.H. Caballeros		15	2	30	
S.S.H.H. Damas		15	2	30	

	Seguridad	S.S.H.H. Caballeros Seguridad	15	1	15
		S.S.H.H. Damas Seguridad	15	1	15
		Control	6	1	6
		S.S.H.H. Control	3	1	3
	Estacionamientos	Estacionamiento autos	12.5	338	4225
		Estacionamiento discapacitados	19.25	6	115.5
					7219.5
ZONA ESPARCIMIENTO	Plaza- Terrazas	Plaza de Ingreso	290	1	290
		Plaza Terraza 1	180	1	180
		Plaza Terraza 2	230	1	230
		Terraza 4to Nivel	70	1	70
		Plaza mirador 5to Nivel	170	1	170
		Plaza mirador 7mo Nivel	698	1	698
Área Total No Techada					1638

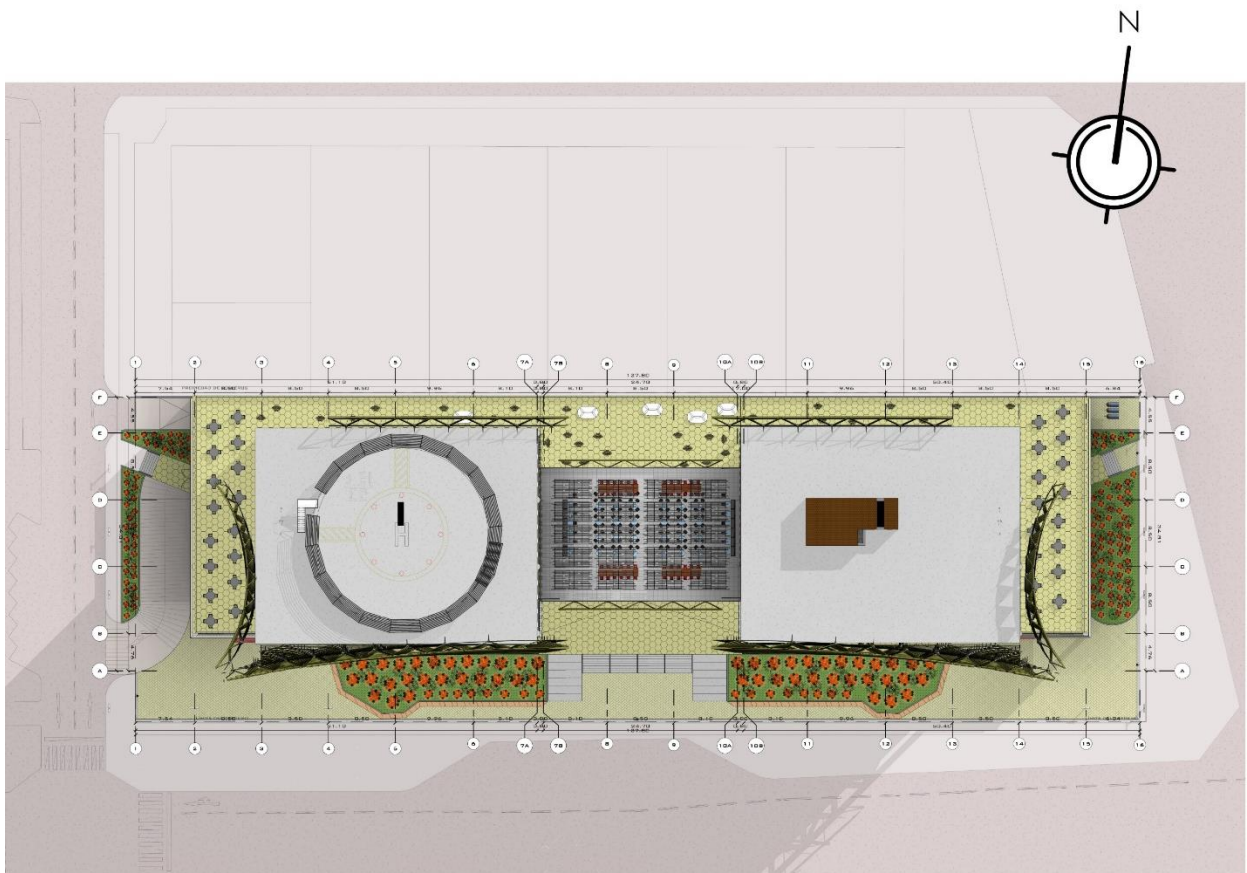
Fuente: elaboración propia del autor

ÁREA DEL TERRENO:	5 285.36 m ²
ÁREA PARCIAL TECHADA:	16 092.5 m ²
MUROS Y CIRCULACIÓN:	4 827.75 m ²
ÁREA TOTAL TECHADA:	20 920.25 m ²
ÁREA TOTAL NO TECHADA:	1638 m ²

Vista 3D del Proyecto



Plot Plan



Fuente: Elaboración propia del autor.



Ilustración. Vista interior del proyecto. Zona de Comercio Financiero.
Fuente: elaboración propia del autor.

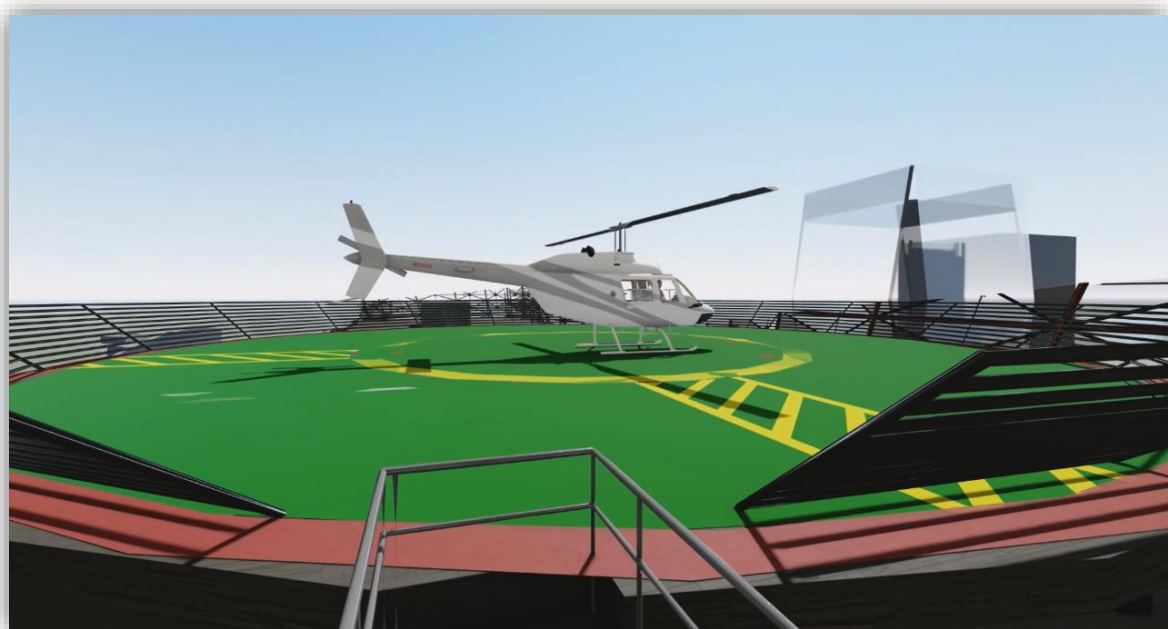


Ilustración. Vista exterior del proyecto. Helipuerto.
Fuente: elaboración propia del autor.



Ilustración. Vista interior del proyecto. Patio de comidas Central.
Fuente: elaboración propia del autor.

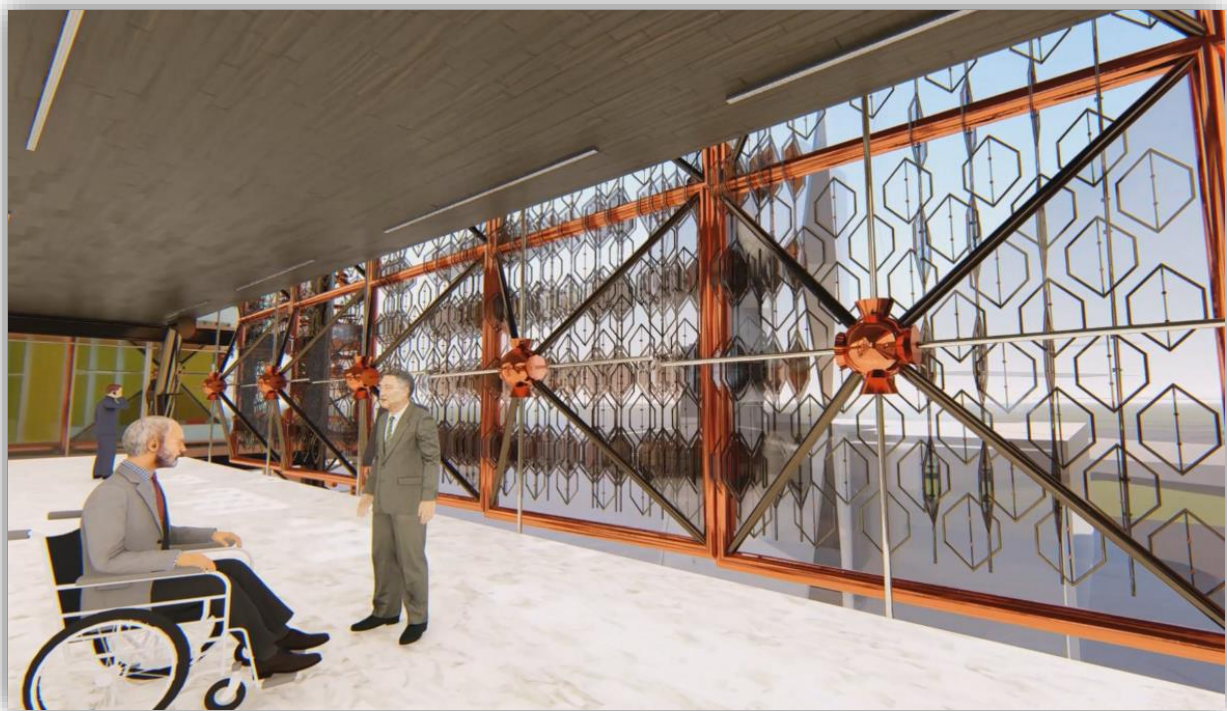
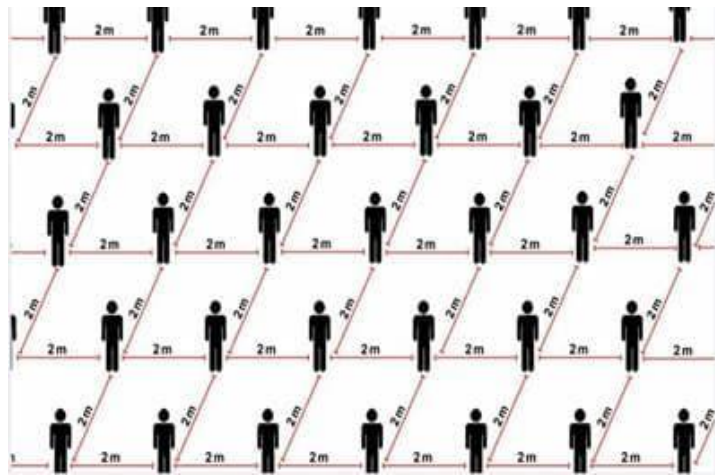


Ilustración. Vista interior del proyecto. Circulación central entre Torres.
Fuente: elaboración propia del autor.

Cantidades

Se calculó el aforo con las normas establecidas para la reducción de infecciones en espacios cerrados en la actualidad dada las circunstancias del COVID- 19.



	m2	Aforo
Torres de Oficinas	36,026.96	3792
Zona Comercial	12,939.80	3234
Zona Administrativa	9107.5	2276
	Total	9302

Presupuesto

Egresos del Proyecto (sin igr)

	m2	Precio \$	Costo Aprox.\$
Construcción	75245.48	570.00	42,889,923.60
Terreno	5058.61	2000.00	10,117,220.00
Gastos Gerenciales		Costo directo	1,286,697.71
Gastos Administrativos		Costo directo	1,286,697.71
Venta y Publicidad		Costo directo	857,798.47
Proyectos/ Licencias		Costo directo	643,348.85
Contingencias		Costo directo	1,286,697.71
		Total	58,368,384.05

Ingresos por venta del Proyecto

	m2	\$ m2	Precio Total \$
Torres de Oficinas	36,026.96	2630	94,750,904.80
Centro financiero	12,939.80	2700	34,937,460.00
Zona de Servicios Generales	26,272.72	630	16,551,813.60
		Total	146,624,178.40

Utilidad Bruta= \$ 87,871,794.35

Ingresos por alquiler

	m2	\$ m2/mes	Precio Total
Torres de Oficinas	36,026.96	19.50	702,525.72
Centro financiero	12,939.80	20.00	285,796.00
Zona de Servicios Generales	26,272.72	13.86	364,139.89
		Total	1,352,461.62

\$1,352,461.62 x 12 meses= \$ 16,229,539.43

Recuperación de inversión 3.5 años

Fuente: Elaboración propia del autor

13. Bibliografía

- Coellar Alvear, I. R. (2018). *Tesis. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30293>*
- Carmenado Vaquero, Loreto (2016). *Estímulos y reacciones: fachadas dinámicas ante el sol, el viento y la temperatura*. Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. Arquitectura (UPM).
- Morlas Pérez, E.J. (2017). *Moción en la arquitectura, uso de arquitectura cinética, genealogía de las tipologías y su contexto*. (Trabajo Fin de Máster Inédito). Universidad de Sevilla, Sevilla. *Recuperado de: <https://hdl.handle.net/11441/70085>*.
- Huerta de Fernando, Lucía (2017). *Técnicas Biomiméticas aplicadas a la arquitectura*. Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. Arquitectura (UPM).
- Efrem Braun, Yongjin Lee, Seyed Mohamad Moosavi, Senja Barthel, Rocio Mercado, Igor A. Baburin, Davide M. Proserpio, y Berend Smit (2018) A computational method for designing a new type of 2D carbons. *Recuperado de: <http://www.pnas.org/content/115/35/E8116>*
- Kaushika, N. D., & Sumathy, K. (2003, agosto). Solar transparent insulation materials: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. [https://doi.org/10.1016/S1364-0321\(03\)00067-4](https://doi.org/10.1016/S1364-0321(03)00067-4)
- Mahmoud, A. H. A., & Elghazi, Y. (2016). Parametric-based designs for kinetic facades to optimize daylight performance: Comparing rotation and translation kinetic motion for hexagonal facade patterns. *Solar Energy*, 126, 111-127. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2015.12.039>

- Coellar Alvear, I. R. (2018). *Tesis. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30293>*
- Carmenado Vaquero, Loreto (2016). *Estímulos y reacciones: fachadas dinámicas ante el sol, el viento y la temperatura*. Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. Arquitectura (UPM).
- Knight (2016). *Gardens in the sky: The rise of green urban architecture*. Recuperado de: <https://goo.gl/wwPsp8>.
- Moros (2018) CO2. *Nuevo recurso de la Arquitectura. Trabajo fin de grado. Escuela Técnica Superior de Arquitectura*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Álvarez Bayona, T. (2015). *Iluminación en los puestos de trabajo: Criterios para la evaluación ergonómica y acondicionamiento de los puestos*. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Ed.). Madrid.
- Barrios, Á. (2012). *Una correcta iluminación, fuente de ahorro energético*. Madrid. Recuperado a partir de http://www.lucescei.com/uploads/tx_ztdownloads/Espacio_trabajo_Philips.pdf
- Fox, M. A., & Yeh, B. P. (2000). Intelligent Kinetic Systems in Architecture. En *Managing Interactions in Smart Environments* (pp. 91-103). Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0743-9_9
- Pérez, M. (2013). Vidrio electrocrómico para ventanas inteligentes. Recuperado a partir de <http://blogthinkbig.com/vidrioelectrocromico-ventanas-inteligentes/>