

**PUERTO MADERO
EDITORIAL**

HUELLA ENERGÉTICA Y CALIDAD DE VIDA EN USUARIOS DE EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES

SUSANA IRENE DAVILA FERNANDEZ, ENRIQUETA PEREYRA SALARDI, ANDRES ANTONIO CRUZ PEREYRA
MARIO BERNABÉ CHAUCA SAAVEDRA, DORIS ESENARRO VARGAS

**1era Edición
2023**



puertomaderoeditorial.com.ar



La Plata - Argentina

Huella energética y calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares

Susana Irene Davila Fernandez, Enriqueta Pereyra Salardi, Andresantonio Cruz Pereyra,
Mario Bernabé Chauca Saavedra, Doris Esenarro Vargas

ISBN: 978-987-82912-9-1



Huella energética y calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares

AUTORES:

Susana Irene Davila Fernandez
Enriqueta Pereyra Salardi
Andresantonio Cruz Pereyra
Mario Bernabé Chauca Saavedra
Doris Esenarro Vargas



Huella energética y calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares /
Susana Irene Davila Fernandez ... [et al.] ; editado por Juan Carlos Santillán Lima ;
Guido Patricio Santillán Lima. - 1a ed revisada. - La Plata : Puerto Madero Editorial
Académica, 2023.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-82912-9-1

1. Medio Ambiente Humano. 2. Recursos Energéticos. I. Davila Fernandez, Susana
Irene. II. Santillán Lima, Juan Carlos, ed. III. Santillán Lima, Guido Patricio, ed.
CDD 363.70525



Licencia Creative Commons:

Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)



Primera Edición, Junio 2023

Huella energética y calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares

ISBN: 978-987-82912-9-1

Editado por:

Sello editorial: ©Puerto Madero Editorial Académica
Nº de Alta: 933832

Editorial: © Puerto Madero Editorial Académica
CUIL: 20630333971
Calle 45 N491 entre 4 y 5
Dirección de Publicaciones Científicas Puerto Madero Editorial
Académica
La Plata, Buenos Aires, Argentina
Teléfono: +54 9 221 314 5902
+54 9 221 531 5142
Código Postal: AR1900

Este libro se sometió a arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review)

Corrección y diseño:

Puerto Madero Editorial Académica
Diseñador Gráfico: José Luis Santillán Lima

Diseño, Montaje y Producción Editorial:

Puerto Madero Editorial Académica
Diseñador Gráfico: Santillán Lima, José Luis

Director del equipo editorial: Santillán Lima, Juan Carlos

Editor: Santillán Lima, Juan Carlos
Santillán Lima, Guido Patricio

Hecho en Argentina
Made in Argentina

AUTORES:

Susana Irene Dávila Fernández:

Universidad Ricardo Palma. Lima Perú

susana.davila@urp.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0002-6949-1317>

Enriqueta Pereyra Salardi

Universidad Ricardo Palma. Lima Perú

enriqueta.pereyra@urp.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0003-2527-3665>

Andresantonio Cruz Pereyra

Universidad Ricardo Palma. Lima Perú

andresantoniocruzpereyra@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0000-9398-7825>

Mario Chauca Saavedra

Universidad Ricardo Palma. Facultad de Ingeniería de la Universidad. Lima Perú

mario.chauca@urp.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0002-8347-6543>

Doris Esenarro Vargas

Universidad Ricardo Palma. Lima Perú

doris.esenarro@urp.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0002-7186-9614>

CONTENIDO

CONTENIDO	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Problema	1
1.2 Antecedentes	3
1.2.1 Antecedentes Internacionales	4
1.2.2 Antecedentes Nacionales	8
1.3 Justificación de la Investigación	9
1.4 Limitaciones de la Investigación	9
2 TEORIAS Y CONCEPTOS	11
2.1 Marco conceptual	11
2.1.1 Huella energética	11
2.2 Calidad de vida	18
2.3 Contexto urbano	19
2.4 La edificación y su sistema constructivo	19
2.5 Edificaciones de alto rendimiento	23
2.6 Materia particulada (PM)	35
2.6.1 Efecto invernadero natural	43
2.6.2 Ciclo de vida de las construcciones y edificaciones	46
2.6.3 Carbono incorporado	48
2.6.4 Carbono operacional:	50
2.7 La huella de carbono y el consumo sostenible	52
2.8 Marco Filosófico	53
2.9 Marco Conceptual	56
3 MÉTODO	59
3.1 Tipo de Investigación	59
3.2 Población y Muestra	59
3.3 Operacionalización de Variables	60

3.4	Instrumentos.....	61
3.5	Procedimientos.....	61
3.6	Análisis de Datos cuantitativos.....	62
3.7	Análisis cualitativo	71
3.7.1	Identificación geográfica	71
3.7.2	Lugar de estudio.....	75
3.8	Consideraciones Éticas	83
4	RESULTADOS	85
4.1	Análisis de Resultados	85
4.2	Análisis Comparativo de Medias	87
4.3	Comprobación de Hipótesis.....	94
4.4	Análisis energético.....	99
4.4.1	Para las cargas eléctricas:	101
4.4.2	Análisis de energía del Modelo Inicial	106
4.4.3	Cálculo energético:	108
4.5	Análisis económico:.....	110
4.5.1	Reducción de consumo:	111
4.6	Impacto en la huella de carbono	112
4.7	Análisis térmico	112
4.8	Discusión de los resultados.....	116
	CONCLUSIONES	119
	RECOMENDACIONES	120
	REFERENCIAS.....	121
5	ANEXOS.....	129
	DE LOS AUTORES	209
	Susana Irene Dávila Fernández.....	209
	Enriqueta Pereyra Salardi	211
	Andresantonio Cruz Pereyra	212
	Mario Bernabé Chauca Saavedra.....	213
	Doris Esenarro Vargas	214

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene la finalidad de buscar la relación de la huella energética con la calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima, mediante la aplicación de una variedad de instrumentos como cuestionarios, encuestas, uso de softwares estadísticos y de modelamiento para recopilar datos de temas, como el consumo de energía de electrodomésticos y luminarias, la calidad del aire interior, el confort térmico, lumínico y acústico, los que pretenden servir como insights al momento de determinar la relación de la huella energética con la calidad de vida en usuarios, los mismos que nos permitirán formular estrategias que nos conduzcan a conseguir la eficiencia energética y a reducir las emisiones de CO₂. El coeficiente de correlación fue de 0.839, y p-valor (0.000) por lo que existe una correlación significativa Muy Alta entre las variables Kg de CO₂ y KW al usar equipos eléctricos, y por el uso de equipos electrodomésticos, detalladamente, existe una correlación Muy Baja entre las variables de 0.227 y sig= 0.14 para el uso de equipos de computación, una correlación moderada de 0.542 y sig=0.00 en el uso de aclimatadores y una correlación Nula de 0.094 con sig=0.171 para uso de iluminación artificial. entre las variables Kg de CO₂ y KW. Se concluye que hay una relación de la huella energética con la calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima.

Palabras claves: huella energética, calidad de vida, edificaciones multifamiliares, ciclo de vida, eficiencia energética

ABSTRACT

This research work has the purpose of seeking the relationship of the energy footprint with the quality of life of the users of multifamily buildings in the district of Santiago de Surco de Lima, through the application of a variety of instruments such as questionnaires, surveys, use of statistical and modeling software to collect data on topics such as the energy consumption of household appliances and lighting, indoor air quality, thermal, lighting and acoustic comfort, which are intended to serve as insights when determining the relationship between the energy footprint with the quality of life of users, which will allow us to formulate strategies that lead us to achieve energy efficiency and reduce CO₂ emissions. The correlation coefficient was 0.839, and p-value (0.000) so there is a very high significant correlation between the Kg of CO₂ and KW variables when using electrical equipment, and for the use of household appliances, in detail, there is a correlation Very Low between the variables of 0.227 and sig= 0.14 for the use of computer equipment, a moderate correlation of 0.542 and Sig=0.000 in the use of acclimatizers and a Null correlation of 0.094 with Sig=0.171 for the use of artificial light. between the variables Kg of CO₂ and KW. It is concluded that there is a relationship between the energy footprint and the quality of life of the users of multifamily buildings in the district of Santiago de Surco de Lima.

Keywords: energy footprint, quality of life, multi-family buildings, life cycle, energy efficiency

INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto, los adelantos generados en la ciencia y la tecnología han contribuido a mejorar nuestra calidad de vida, sin embargo, por parte del sector de la construcción aún no se evidencia suficiente determinación para combatir el frágil equilibrio ambiental, a pesar de ser responsable de casi el 40 % de las emisiones de CO₂ y del 35 % del consumo de la energía en el mundo, (Programme for Energy Efficiency in Buildings, 2022). Reducir estas cifras es un gran desafío, en un mundo en el que la población no para de crecer y donde se calcula que seremos 2.000 millones de personas más dentro de 30 años, 2.000 millones de personas que necesitarán nuevos edificios en forma de viviendas, lugares de trabajo, colegios u hospitales, entre muchas otras edificaciones, (ONU.2020). Mientras que el mundo se enfrenta a una creciente urbanización y las principales poblaciones continúan convirtiéndose en un imán para el talento y en un motor de crecimiento económico de los países, las ciudades experimentan desafíos sociales persistentes como la movilidad, la inseguridad, la necesidad de eficiencia energética, eficiencia hídrica, calidad de aire exterior e interior, entre otros, lo cual detona en un compromiso inaplazable de integrar más inteligencia, conectividad y tecnología, no tanto para liderar el crecimiento y evolución social, sino simplemente para no colapsar por lo que es necesario tener en cuenta que los edificios contribuyen con el 17.5% de las emisiones relacionadas con la energía general y las ciudades utilizan entre el 60 y el 80% de las necesidades energéticas anuales del mundo, (Climate Watch, Instituto de Recursos Mundiales.2020).

Los desarrollos inmobiliarios generan impactos ambientales a lo largo de todas las etapas de su ciclo de vida. En el informe publicado por la Secretaría de la Convención Marco sobre el Cambio Climático, también conocida como la Agencia de la ONU para el Cambio Climático (UNFCC, por sus siglas en inglés) indica que , entre 1990 y 2021, el efecto de calentamiento de nuestro clima producido por los gases de efecto invernadero han aumentado casi un 50%, impulsado principalmente por el incremento del CO₂, las concentraciones de este gas alcanzaron el año pasado 415,7 partes por millón (ppm), las de metano 1908 ppm y las de óxido nitroso 334,5 ppm, valores que constituyen, respectivamente, el 149%, el 262% y el 124% de los niveles preindustriales antes de que las actividades humanas comenzaran a alterar el equilibrio natural de estos gases en la

atmósfera, por este argumento es necesario descarbonizar nuestra matriz energética, reemplazar el actual modelo económico lineal basado en “extraer, consumir y desechar”, encaminarnos hacia una economía circular que nos permita mantener el valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible mediante procesos como la reutilización, reparación, reciclaje, rediseño, recuperación y remanufactura y ser sostenibles desde la extracción de materia prima, su transporte, producción de materiales, uso y demolición de las edificaciones (Urbano Gutiérrez, R. y de la Plaza Hidalgo, L. 2017), ya que los impactos ambientales que implican los materiales, nos obligan a informarnos y ser responsables en las decisiones de diseño, de especificaciones técnicas de obra, de las declaraciones ambientales de los materiales ya que serán las que marquen la diferencia en las emisiones de carbono, en el impacto en el medio ambiente, en la salud y bienestar de las personas, razón por la que este trabajo busca determinar la relación entre la huella energética y la calidad de vida de los usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima.

CAPITULO 1

1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema

El desarrollo de la economía en el mundo, ha significado un desproporcionado aumento del consumo de energía y los estudiosos en la materia han entregado cifras que muestran que, de seguir así, el consumo de la energía en el 2040 será 30% mayor que la actual. Por esta razón se hace necesario el desarrollo de métodos que permitan crear conciencia sobre el uso de la energía de forma eficiente, protegiendo el medio ambiente al reducir su intensidad de uso porque de esta manera se podrá reducir las emisiones de carbono, pero ¿realmente la sociedad es consciente de la importancia de reducir el consumo energético? (AIE, 2021).

Ya no es un secreto que la quema de combustible fósil produce dióxido de carbono, el cual es el principal causante del calentamiento global, por lo que a la hora de construir unidades inmobiliarias, sea una nueva o elegir una que ya existe es importante prestar atención a su eficiencia energética, conocer lo que consumen y cuál va a ser su aporte a la contaminación de la atmosfera, porque los gases que la construcción emitan pueden provocar cambios irreversibles en el sistema climático (Martínez Fariña, P. 2020).

Por otro lado, no se debe perder de vista a las reformas de unidades inmobiliarias o construcciones que generan un impacto negativo en el ambiente, además el mantenimiento y el uso de éstas producen gastos prácticamente constantes de energía que elevan la producción de gases que aumentan el calentamiento global (GEI) 'por ejemplo: una elevación de 7% en el ozono, del 56% en el dióxido de carbono, un 18 % en metano, 6% en óxidos nitrosos, y 13% en clorofluoro-carbonos. Estos gases al estar suspendidos en la atmosfera, forman una especie de capa que impide que la radiación infrarroja salga al exterior y se queda atrapada elevando la temperatura del planeta, la cual, de seguir afrontando este problema se predice que en unos 100 años se incrementaría de 2 a 7°C (Houghton et al., 1992).

El sector de la construcción tiene un efecto multiplicador y multisectorial en relación a la gran masa crítica que se mueve para poder ejecutar obras tanto en el sector público como en el privado, sin embargo, los proyectos de edificaciones multifamiliares

generan gran impacto en su entorno, ya que transforman el sitio y lo convierten en áreas consumidoras de recursos naturales y energéticos, así como en generadora de residuos y emisiones, siendo responsable de: consumir 50% de los recursos hídricos, 25% de destrucción de bosques y de la generación del 23% de residuos sólidos, (Álvarez, 2013).

De igual manera, el uso histórico de materiales peligrosos en la construcción, específicamente asbesto, mercurio y plomo, han presentado impactos graves y negativos para la salud de los seres humanos. Las enfermedades causadas por la exposición a estos productos químicos, incluida la asbestosis, los problemas de desarrollo en los niños y diversas formas de cáncer aún afectan a millones de personas. Si bien estos compuestos se han restringido o prohibido en los desarrollos inmobiliarios de muchos países, todavía representan una amenaza en los que aún no promulgaron las limitaciones necesarias, (Furuya et al., 2018).

El papel que pueden desempeñar las edificaciones multifamiliares en la salud y el bienestar humano es destacable por lo que es preciso comprender la relación entre la calidad del aire interior y la salud humana, así como la importancia de crear espacios que mejoren, en lugar de obstaculizar, la salud y el bienestar para los usuarios de los desarrollos inmobiliarios sobre todo teniendo en cuenta que las personas pasan aproximadamente el 90% de su tiempo en estas unidades inmobiliarias. Durante este tiempo, la exposición por inhalación a los contaminantes del aire en interiores puede provocar una variedad de resultados negativos para la salud y el bienestar a corto y largo plazo que pueden variar en gravedad. Los síntomas menos graves de exposición pueden incluir dolores de cabeza, garganta seca, irritación de los ojos o secreción nasal, mientras que los resultados de salud más graves pueden incluir ataques de asma, infección por la bacteria *Legionella*, entre otros. Solo en los EE. UU., la contaminación interior contribuye a miles de muertes por cáncer y cientos de miles de problemas de salud respiratoria anualmente, (Jacobs y Sobolewski, 2007).

Los contaminantes más comunes del aire interior son las fuentes de combustión, como velas, productos de tabaco, estufas, hornos y chimeneas, que liberan contaminantes, como monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y pequeñas partículas al aire, (Servicio de Extensión Cooperativa, Universidad de Kentucky), generando impactos en la salud, por lo que el objetivo de este trabajo de investigación es determinar la relación de la huella

energética con la calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima.

Los impactos, especialmente los negativos, sobre el medio ambiente y los seres humanos como: la ineficiencia del consumo energético generada por los usuarios de las edificaciones multifamiliares y por todo el proceso en conjunto de la actividad de la construcción (Goldsteina et al., 2020), producen agotamiento de los recursos, pérdida de biodiversidad debido a la explotación de recursos, falta de eficiencia en el tratamiento de los desechos, (Wang et al., 2014), impactos adversos en el medio ambiente como el calentamiento global, la lluvia ácida, el aire contaminado causado por las emisiones del transporte y la producción de productos de construcción que consumen energía y generan mucha contaminación (Enshassi et al., 2014) y por ende, el deterioro de la salud humana debido a la mala calidad del aire interior. Estos contaminantes son descritos por (Morledge y Jackson, 2001; Ball, 2002; Chen et al., 2004; Lam et al., 2011; Zolfagharian, 2012; Enshassi et al., 2014), como: contaminación del agua, del aire, de los suelos, causado por desechos sólidos y líquidos, por gases dañinos y polvo.

La mayoría de las actividades de construcción como excavar, rellenar, blanquear, pintar, mezclar concreto y trabajos de acabado tienen un impacto negativo en el medio ambiente porque generan una gran cantidad de material particulado, lo que aumenta el riesgo de enfermedades respiratorias y cardiovasculares junto con miles de cánceres (Zolfaghrian et al. 2012).

Organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su calidad de ente regulador y protector de la salud, ha establecido niveles aceptables para estos contaminantes basados en estudios realizados que muestran una relación entre las concentraciones de estos contaminantes, la duración de la exposición y los peligros. Por lo tanto, para velar por la salud, existe la necesidad de elevar el nivel de comprensión y conciencia de todos los grupos de interés, tales como desarrolladores, constructores, diseñadores, contratistas, proveedores y usuarios finales relacionados con el impacto ambiental negativo de los procesos y actividades de construcción (Gangolells et al., 2011, p. 1).

1.2 Antecedentes

1.2.1 Antecedentes Internacionales

European Comission (2020). “Directiva de Rendimiento Energético de los Edificios – Directiva Unión Europea (UE) 2018/844”. La U.E. está comprometida con “el desarrollo de un sistema energético sostenible, competitivo, seguro y descarbonizado para 2050 y para lograrlo los Estados miembros y los inversores requieren de estrategias direccionadas para alcanzar el objetivo de reducir la emisión de gases de efecto invernadero a largo plazo y a que descarbonicen el parque de edificios, ya que es responsable de aproximadamente el 36% de todo el CO₂ en la U.E., dentro de un equilibrio rentable entre la descarbonización del suministro energético y la reducción del consumo final de energía, por lo que requieren orientar sus políticas y decisiones de inversión, donde se incluyan hitos y acciones nacionales para la eficiencia energética en el corto plazo (2030), el mediano plazo (2040) y el largo plazo (2050)”.

Por este motivo “es fundamental que los Estados miembros especifiquen el resultado esperado de sus estrategias de renovación a largo plazo y supervisen la evolución mediante el establecimiento de indicadores, para conseguir un parque de edificios descarbonizados y de alta eficiencia energética así como para garantizar que las estrategias de renovación a largo plazo reditúen el progreso necesario hacia la transformación de los edificios existentes en edificaciones de consumo de energía casi nula, en particular mediante un aumento de las renovaciones profundas, por lo que los Estados miembros deben proporcionar pautas claras y delinear acciones medibles y específicas, así como promover el acceso equitativo a la financiación, incluso para los segmentos de peor desempeño del parque nacional de edificios a fin de lograr un rendimiento eficiente dentro de la actividad de edificaciones”.

Agencia de Protección ambiental de Estados Unidos (2019). “Consumo de Electricidad en el Hogar”. En 2019, “120.9 millones de hogares en los Estados Unidos consumieron 1,437 mil millones de kilovatios-hora (KWh) de electricidad (EIA 2020a). En promedio, cada hogar consumió 11,880 KWh de electricidad suministrada (EIA 2020a). La tasa de salida de dióxido de carbono promedio nacional para la electricidad generada en 2018 fue de 947.2 lb de CO₂ por megavatio-hora (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) 2020), lo que se traduce en aproximadamente 1,021.6 lb de CO₂ por megavatio-hora por electricidad suministrada, si suponemos

pérdidas de transmisión y distribución del 7.3 % (EIA 2020b; EPA 2020), teniendo en cuenta que el objetivo de la EPA es, proteger el medio ambiente y la salud pública, salvaguardando el aire que respiramos, el agua que bebemos y la tierra en la que vivimos”.

Por otro lado, “el consumo anual de electricidad en el hogar se multiplicó por la tasa de emisión de dióxido de carbono (por unidad de electricidad suministrada) para determinar las emisiones de dióxido de carbono anuales por hogar (EIA 2020a) cuyo objetivo entre otros es monitorear los sectores de edificios y construcción de éstos ya que son responsables de más de un tercio del consumo de energía final mundial y casi del 40% de las emisiones totales directas e indirectas de CO₂, ya que las emisiones directas e indirectas de la electricidad y el valor comercial utilizado en los edificios aumentaron a 10 GtCO₂ en 2019, y los factores que han contribuido a este aumento, incluida la creciente demanda de energía para calefacción y refrigeración (con el aumento de la propiedad de acondicionadores de aire y eventos climáticos extremos), por lo que es necesario precisar las estrategias para enfrentar el enorme potencial de reducción de emisiones que continua sin explotar debido al uso continuo de activos basados en combustibles fósiles, la falta de políticas efectivas de eficiencia energética y la inversión insuficientes en edificios sostenibles”.

Reus (2018). “Metodología de Cálculo Simplificado para el Consumo Energético en Acondicionamiento de Edificios Residenciales en Clima Templado”. El objetivo principal de esta investigación es “desarrollar un método de cálculo simplificado para evaluar el consumo energético de edificios multifamiliares, aplicable al contexto socioeconómico de Latinoamérica. Se propone un método integral basado en la variación de las condiciones climáticas, de uso y ocupación, de las características constructivas del edificio y sus sistemas (Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC) y agua caliente sanitaria (ACS). La metodología del trabajo se divide en tres partes, en primer lugar, se delimitan las características necesarias para la elaboración del modelo energético, en seguida se cuantifica el consumo del modelo energético aplicado a 42 localidades situadas en Argentina, Brasil, Chile, España y México considerando diferentes escenarios constructivos, y en tercer lugar se construyen los modelos de cálculo simplificado y se establecen los ahorros potenciales en energía y emisiones de CO₂”.

Los resultados muestran “una confiabilidad muy alta en la predicción de los modelos estadísticos elaborados. El coeficiente de determinación es $R^2 = 0.92$ para el consumo de energía en refrigeración y $R^2 = 0.94$ para calefacción. Mediante el cumplimiento de los valores mínimos de la transmitancia térmica (U) para muros exteriores y techos definidos por cada país, sería posible reducir más del 20% en consumo energético y el 30% en las emisiones de CO₂. En función del contexto sociocultural Latinoamericano, se estima que el método simplificado propuesto tiene una mayor posibilidad de aceptación y aplicación en comparación con los métodos de simulación, lo que permite fomentar el desarrollo y aumentar la implementación de iniciativas de eficiencia energética para mitigación del cambio climático”.

Monteiroa, et. al (2018). “Análisis Energético Comparativo del Ciclo de Vida de una Casa Nueva y una Existente: La Importancia de los Hábitos de los Ocupantes, los Sistemas de Construcción y la Energía Incorporada”. Este artículo “evalúa el potencial de mejora de la energía primaria no renovable del ciclo de vida de una casa nueva en comparación con una casa equivalente existente (de 25 años) en el contexto portugués, analizando supuestos operativos alternativos: cuatro patrones de funcionamiento, cuatro sistemas de calefacción y dos escenarios mixtos de generación de electricidad. Los resultados muestran que las casas nuevas pueden reducir efectivamente la energía primaria de los edificios residenciales, pero se debe prestar atención a las condiciones operativas y para reducir la energía primaria asociada con las casas nuevas, se debe prestar atención a los materiales y componentes de construcción, en particular a los elementos de construcción pesados, ya que la energía incorporada contiene la mayoría de los impactos del ciclo de vida. Con respecto al funcionamiento, las calderas de pellets de madera o los sistemas de bombas de calor pueden reducir significativamente la energía primaria por lo que a través de este artículo se recomienda incluir las tendencias futuras de mezcla de generación de electricidad en los estudios de ciclo de vida (LC) de las casas, lo cual no es una práctica común, pero puede influir en los resultados de éste. dado que la energía incorporada contenía la mayoría de los impactos”.

Rauf y Crawford (2015). “Vida Útil del Edificio y su Efecto en el Ciclo de Vida de la Energía Incorporada de los Edificios”. El objetivo de este estudio fue “investigar la relación entre la vida útil y el ciclo de vida incorporado a la energía de los edificios. La energía incorporada de un emprendimiento residencial independiente se calculó para un

rango de vida útil del edificio de 50 años. Los resultados mostraron que las variaciones en la vida útil de la edificación pueden tener un efecto considerable en el ciclo de vida de la demanda energética incorporada de ésta. Se encontró una reducción del 29% en el ciclo de vida de la energía incorporada para el edificio del caso de estudio al extender su vida útil de 50 a 150 años. Esto indica la importancia de incluir la energía incorporada recurrente en los análisis de energía del ciclo de vida del edificio, así como la de integrar la consideración de la vida útil del edificio al diseñarlos y administrarlos a fin de mejorar el desempeño energético”.

Guillen et al. (2015). “Energetic Efficiency in Residential Buildings”. Esta investigación, hace “una revisión bibliográfica sobre la eficiencia energética en las edificaciones residenciales, desde una mirada del consumo energético, políticas y estrategias de eficiencia energética, normativa internacional y métodos de evaluación sustentable más predominantes, que han surgido con el fin de mitigar el impacto ambiental y reducir el consumo energético, manteniendo las condiciones óptimas de confort. En base a la categoría Energía de los métodos Leed, Breeam, Verde, Casbee y Qualitel, teniendo como objetivo identificar los requerimientos de evaluación que mayor incidencia presentan en el consumo energético de las edificaciones residenciales, a fin de que se pueda analizar su desempeño. Los requerimientos identificados podrán emplearse en diferentes localidades previo análisis de los parámetros geográficos, culturales, económicos y sociales”.

Huedo (2014). “La Evaluación del Impacto Ambiental de la Envolvente del Edificio como Herramienta de Apoyo en la Fase de Diseño, Aplicada a Viviendas”. Esta investigación tiene como objetivo, “definir un modelo de evaluación de los impactos ambientales vinculados a la envolvente de los edificios, a fin de poder asignarles una valoración mediante indicadores de sostenibilidad, los que podrían robustecer la información que los catálogos aportan al diseñador en la selección de soluciones constructivas. A través de este modelo de evaluación, se pretende contribuir al desarrollo de una herramienta, de aplicación en España, que apoye al diseñador, para que éste pueda valorar el comportamiento medioambiental de las diferentes alternativas en la fase inicial del diseño. La metodología planteada en esta tesis se basa en la aplicación de un análisis de ciclo de vida (ACV) simplificado a un caso de estudio considerando diferentes combinaciones de la envolvente, diferentes orientaciones del edificio y distintas zonas

climáticas para calcular los indicadores ambientales, previamente seleccionados, en todas las fases del ciclo de vida del edificio. Para proceder a la selección de los indicadores, ha resultado necesario establecer claramente los objetivos de sostenibilidad y determinar cuáles son los criterios de selección a utilizar. La información obtenida al evaluar múltiples opciones de la envolvente es cuantificable y ha permitido disponer de suficientes datos estadísticos para la construcción de los indicadores ambientales basándose en un sistema de regresión múltiple”.

“A partir del valor asignado a cada uno de los indicadores en las diferentes fases del ciclo de vida del edificio, el proyectista puede disponer de información medioambiental en tiempo real de cada solución constructiva en la fase inicial del diseño. Los impactos se han calculado en función de la proporción geométrica de los elementos que integran cada solución constructiva, lo que permite al diseñador adaptar los datos para la obtención de resultados según su proyecto. El modelo definido ha permitido asignar valores a los indicadores desarrollados: emisiones de CO₂, consumo de energía, consumo de agua potable, residuos generados peligrosos y no peligrosos y costos de inversión, mantenimiento y uso. Estos resultados, una vez ponderados se han plasmado en una matriz de Excel, la que permite modificar los parámetros implicados a fin de efectuar estudios de sostenibilidad y extraer conclusiones”.

1.2.2 Antecedentes Nacionales

Muñoz et al (2020). “Ciclo de Vida Energético y Huella de Carbono en Dos Tipos de Residencias Familiares en la Ciudad de Lima”. El objetivo principal del estudio es “determinar la fase en el ciclo de vida de dos tipos de residencias familiares en la ciudad de Lima que demande mayor consumo energético y contribuya a los altos niveles de la huella de carbono, con la finalidad de reducir dichos impactos ambientales y proponer alternativas de mejora enfocadas en la eficiencia energética y la mitigación del cambio climático, para lo cual se empleó el método de evaluación del ciclo de vida (ECV) conforme a lo establecido por la ISO 14040 y 14044, a fin de analizar las fases, desde la construcción, operación y demolición con la finalidad de estimar el consumo total de energía y la huella de carbono durante 50 años de vida útil.

Los resultados muestran que el mayor rendimiento en la huella de carbono en la residencia unifamiliar se presenta en la fase de construcción (56%) y en la residencia

multifamiliar se da en la fase de operación (69%), afectadas por el tipo, la cantidad de material de construcción, las fuentes de energía que se usan para su producción así como por la energía eléctrica que se emplea en los electrodomésticos, lo que es significativamente impactado por el consumo energético per cápita y el mix energético del país. Las conclusiones muestran que la sustitución de los materiales de construcción convencionales por ecológicos, la implementación del sistema solar térmico y fotovoltaico, así como el uso de electrodomésticos eficientes evidencian ser una oportunidad para contribuir en la reducción del consumo energético y los niveles de la huella de carbono”.

1.3 Justificación de la Investigación

La investigación planteada relaciona la huella energética con el estilo de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima, lo que le otorga valor teórico al abarcar de manera compleja un tema poco desarrollado. Además, se le podría atribuir relevancia social porque se examina la forma en que se relaciona la huella energética con la calidad de vida en usuarios a fin de velar por mitigar el impacto del cambio climático y proteger la salud, para de esta forma lograr alcanzar niveles de productividad encaminados hacia la eficiencia energética y el bienestar de los usuarios.

Asimismo, tendría una implicancia práctica, ya que se registran datos en las dimensiones como energía, confort y calidad de vida, que es información valiosa que nos servirá como insumo para implementar de manera informada estrategias en los emprendimientos inmobiliarios dentro del distrito estudiado, inclusive, con la posibilidad de escalar a los otros distritos de la ciudad de Lima. También tiene utilidad metodológica, ya que el estudio puede ayudar a crear instrumentos y procesos eficientes para recopilar datos sobre diversos temas, como el consumo energético, la calidad del aire interior, confort térmico, lumínico y acústico, los cuales pueden ser tomados en cuenta en la generación de los próximos reportes y normativas a fin de encaminarnos al logro de un consumo eficiente de energía y al bienestar de los usuarios de las edificaciones, (Hernández et al., 2014).

1.4 Limitaciones de la Investigación

En el desarrollo operativo de la investigación se presentaron algunas dificultades para contar con la disposición de ciertos usuarios de las edificaciones para completar las encuestas, lo cual trajo como consecuencia la extensión en el tiempo de aplicación de las mismas. Otra limitación fue el no contar con los parámetros climáticos como temperatura, humedad, viento, precipitación y radiación solar actualizados. Finalmente, lograr la coincidencia en los tiempos para las entrevistas vía zoom con los gerentes de proyectos, así como con los proveedores, teniéndose que reprogramar por reiteradas oportunidades.

CAPITULO 2

2 TEORIAS Y CONCEPTOS

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Huella energética

Es una estimación del consumo de energía asociado con un artículo, institución o área en particular dentro de ciertos límites de espacio y tiempo, los cuales son calculados por diferentes métodos en términos de ciclos de vida.

A. Los flujos de energía en la edificación. El ciclo de vida de un edificio está relacionado con la gran cantidad de energía consumida en cada etapa (diseño, construcción, uso y demolición). Este es un proceso dinámico donde las decisiones en una etapa afectan otras etapas, (Hernández y Meza, 2010).

Al tratar de clasificar los flujos de energía que están presentes a lo largo del ciclo de vida de una edificación, se podría especificar en primer lugar los flujos asociados a la construcción, al transporte, al almacenamiento en la obra de los materiales de construcción e incluso a la disposición de los materiales provenientes de una demolición, que se consideran estáticos, ya que no sufren variación una vez están dispuestos en el edificio y forman parte de él y que la mayor parte de ellos constituyen la “inversión” patrimonial, (Roche, 2010).

B. Tipos de energía. El uso del concepto de energía primaria es referido a la sumatoria de energías, incluyendo la energía usada en extraer la materia prima, su elaboración y transporte (Dixit et al., 2010), energía que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión o transformación. La energía primaria incluye energía no renovable y energía renovable. Si se tienen en cuenta ambos se puede denominar energía primaria total. (INN, 2021)

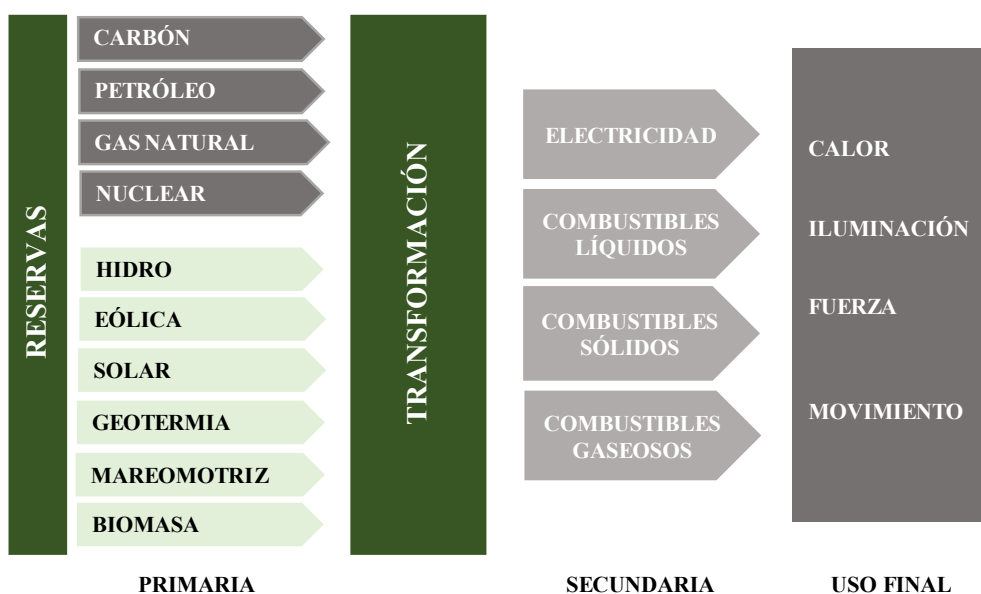
Para que las energías primarias estén disponibles para su consumo, se requieren varias operaciones de extracción, captación y transporte, desde los yacimientos hasta el consumidor final, (EBP, 2018).

Se denomina energía secundaria a los productos resultantes de las transformaciones posteriores o elaboración de recursos energéticos primarios; por

ejemplo, la energía eléctrica, derivada del petróleo, carbón mineral, gas de ciudad, etc. El origen de toda energía secundaria es un centro de transformación (termoeléctricas, etc.) y el destino es un centro de consumo (hogar, servicios públicos, empresa, etc.) (Agencia de Sostenibilidad Energética, s.f.), como se muestra en la figura 1.

Figura 1.

Proceso de transformación de la energía primaria



Fuente: Adaptada Espinoza, 2005. Elaborado GPAE-Osinergmin

C. Eficiencia energética en edificaciones. La eficiencia energética es una forma de incrementar la productividad y competitividad nacional y es una de las estrategias clave de mitigación ambiental en la cadena energética, Unidad de Planeación Minero Energética-UPME (2017). Todas las mejoras de los servicios energéticos reducen el consumo de energía en edificios residenciales, comerciales, industriales en su diseño y construcción. Estas mejoras sirven para lograr la eficiencia energética e incluyen: (a) el diseño arquitectónico integrado del edificio, (b) el control y uso de radiación solar, (c) la energía incorporada, (d) el aislamiento térmico de la envolvente, (e) la disminución en materiales tóxicos f) la circulación de aire g) la reducción combustible no renovable (h) el aire acondicionado efectivo, i) el equipo eléctrico y uso de iluminación de alta eficiencia (j) el monitoreo de energía renovable, (k) el comportamiento de los usuarios,

(l) el manejo consciente del agua caliente, (m) la climatización eficaz, (n) la autogeneración de energías renovables y (o) el monitoreo (Ceela, 2022).

Los países en desarrollo han logrado un mejor acceso a la energía, el aumento de la propiedad y el uso de equipos que consumen energía, así como un rápido aumento en el espacio de construcción, por lo que la demanda de edificios y estructuras sigue aumentando. (IEA, 2021). Es por este motivo que las constructoras abarcan más de un tercio del empleo en todo el mundo de la energía y ya sea de manera directa o indirectamente, representan el 40% del total de emisiones de CO₂. Por esta razón, el consumo energético eficiente es la manera más viable para minimizar las emisiones de CO₂ en las edificaciones (La Roche, 2017).

Existen diferentes formas de contribuir hacia una reducción por eficiencia energética mediante iluminación, equipos y electrodomésticos eficientes, implementación de vidrios de bajo valor de transmitancia térmica “U”, entre otras medidas. Los usos como refrigeración espacial, electrodomésticos y cargas eléctricas en edificios de más rápido crecimiento, están impulsando la electrificación en el sector, (Giménez, 2011).

De acuerdo a cifras recolectadas en el 2019, se pudo observar que la cuarentena obligatoria impuesta por los gobiernos para frenar el contagio por el Covid-19 produjo un aumento jamás alcanzado, de emisiones directas e indirectas llegando a 10 GtCO₂ (IEA, 2021).

A pesar que en Perú han sido varios los intentos para reducir el uso de energía, como en el 2000 (Ley 27345, Ley de Promoción de la Eficiencia Energética) los programas de ahorro de energía no han sido satisfactorios en parte, como menciona Romaní y Arroyo (2012) debido a que se han enfocado hacia el sector eléctrico y no al sector energético. En este sentido, para el 2009, se aprueba el Plan Referencial de Eficiencia Energética 2009-2018. (REEP), el cual establecía el ahorro energético anual del 15% con 125 medidas desarrolladas a nivel residencial, para el comercio, la industria y para los servicios públicos o privados. Las políticas de eficiencia energética no solo permiten que los hogares ahorren más tiempo y mantengan las reservas nacionales de energía; sino que, además, contribuyen a la reducción de las emisiones de GEI (Ministerio de Energía y Minas, 2018).

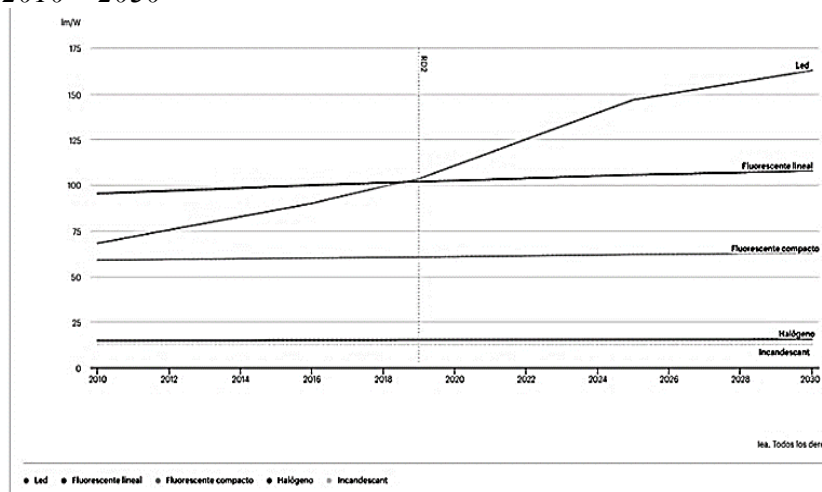
Además, el estado en el 2014 introdujo otras medidas para promover el uso de equipos más eficientes, para reemplazar 1,5 millones de bombillas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas, 50.000 calentadores de agua eléctricos por calentadores solares y la instalación de 89.388 hornos mejorados, lo que significó un ahorro de 1,9 millones Ton. de CO₂/año (Cárdenas, 2015).

D. Eficiencia energética en los equipos eléctricos. Para el buen uso de la energía y lograr un ahorro significativo se recomiendan los siguientes equipos o dispositivos:

D.1 Tipos de iluminación. Las lámparas fluorescentes en tubo o compactas, (CFLs, por sus siglas en inglés Compact Fluorescent Lamp) conocidas como de bajo consumo implican un riesgo, ya que contienen distintas concentraciones de mercurio en su interior. En promedio cada lámpara compacta o de bajo consumo contiene alrededor de 4 mg de mercurio, sin embargo, se han reportado hasta 30 mg por lámpara y 115 mg por tubo fluorescente (Groth, 2008; Jang et al., 2005). El mercurio es un elemento líquido que puede volatilizarse fácilmente a temperatura ambiente. Las lámparas intactas no generan riesgo para la salud humana o del ambiente, pero al romperse las personas quedan expuestas al vapor de mercurio y a compuestos mercuriales inorgánicos muy tóxicos (Yu y Cheng, 2012).

Figura 2.

Eficacia típica de la iluminación residencial en el escenario de desarrollo sostenible 2010 – 2030



Nota: Agencia Internacional de Energía IEA, 2021.

Se necesitan cada vez más tecnologías a escala global, incluida la reutilización de productos de larga duración que son sistemas económicos y energéticamente eficientes

como las luces LED. Estas luces, son dispositivos semiconductores (diodos) que emiten una luz con diferente longitud de onda y muestran un desempeño más robusto, (Gago et al., 2012).

D.2 Eficiencia energética en aparatos eléctricos. Los países europeos fueron los primeros en promulgar leyes que restringían el consumo de energía de los electrodomésticos en las décadas de 1960 y 1970, y en los Estados Unidos, las normas de eficiencia energética para electrodomésticos se emitieron en 1977 (Turiel et al., 1997; Waide et al., 1997).

El consumo de electricidad por electrodomésticos alcanzó más de 3000 TWh en 2019 y representó el 15% de la demanda final mundial de electricidad, o una cuarta parte de la electricidad utilizada en edificios, la cual se debe al aumento de la propiedad de los dispositivos de carga enchufables conectados, especialmente en los países en desarrollo (IEA, 2021).

Si bien las políticas energéticas han dado lugar a aumentos de la eficiencia, especialmente para los principales productos domésticos, como refrigeradores y televisores, los pequeños electrodomésticos y los dispositivos de carga enchufables a nivel mundial no están alineados con el Escenario de Desarrollo Sostenible (SDS), que requiere que el consumo total de energía caiga un 40% para 2025, sin embargo las recientes mejoras en los productos son prometedoras, ya que los fabricantes de electrodomésticos han aprovechado los avances tecnológicos para producir productos cada vez más eficientes, por ejemplo, mediante el uso de sensores avanzados, motores de accionamiento directo y bombas de calor en lavadoras y secadoras de ropa.

El incremento de la propiedad de los principales electrodomésticos como refrigeradores, lavadoras y televisores sigue aumentando la demanda de energía en muchos países, especialmente en los mercados emergentes. Para los televisores, o pantallas en general, un mayor tamaño de pantalla, resolución y calidad de imagen han estado contrarrestando las ganancias en el ahorro de energía, aunque este efecto está empezando a estancarse (UPME, 2015).

Del total de la demanda final de electricidad de todos los electrodomésticos y otros equipos eléctricos en edificaciones residenciales en 2019, los principales

electrodomésticos representaron sólo el 33% frente al 46% en 2000. Esta disminución es el resultado de un crecimiento significativo en el número de pequeños dispositivos de carga plug-load, como routers, altavoces inteligentes, computadoras, teléfonos, tabletas y otros dispositivos conectados que se utilizan. El uso general de energía plug-load ha aumentado al doble en la última década, en relación a los principales electrodomésticos (IEA, 2021).

Por otro lado, la proliferación de dispositivos móviles y la consiguiente carga de baterías también ha elevado el uso de energía de carga de enchufe, y aunque muchos de los aparatos electrónicos de consumo más pequeños (como los teléfonos móviles) pueden utilizar pequeñas cantidades de energía, su mayor impacto ambiental será el de la fabricación y eliminación (Ojeda et al., 2012).

Si bien la actividad ha disminuido en la industria, las empresas y el transporte, el sector residencial ha ganado más protagonismo y los patrones de uso de energía dentro de los hogares han cambiado. Estos cambios pueden continuar a largo plazo e integrarse en nuevos estilos de vida, ya que la situación actual influye en la nueva normalidad. La crisis ha promovido la introducción de nuevas tecnologías con fines educativos y muchos estudiantes ahora tienen computadoras y acceso a Internet por primera vez. Los hogares donde varios miembros tienen que estar en teletrabajo o educación en el hogar al unísono han tenido que adaptarse adquiriendo computadoras adicionales y otros equipos de oficina como impresoras y monitores (Education at a Glance de la OCDE 2020)

El aumento de los problemas de salud también aumentó la demanda de dispositivos como los sistemas de filtrado de aire (Guardino, 2020). En algunos países gravemente afectados por la pandemia, hubo un aumento visible del interés en las computadoras coincidiendo con el comienzo de las medidas de confinamiento y/o con cuando la pandemia golpeó por primera vez. Esto puede indicar que las computadoras eran una parte vital para ayudar a las personas a adaptarse a la nueva realidad, especialmente para el trabajo remoto y la educación. Estas tendencias se vuelven particularmente relevantes a medida que los electrodomésticos de línea blanca como las refrigeradoras, lavadoras, secadoras y los más pequeños como PCs o televisores representan el segundo mayor uso final residencial de energía en los países miembros de la Agencia Internacional de la Energía (AIE). Consumen más del 20% de la energía

residencial total, representando hasta el 30% de las emisiones residenciales de carbono, (IEA, 2021).

En 2016 se lanzó la Etiqueta de Energía Digital de China, la primera de su tipo. Se agregó un código QR a la etiqueta de energía y una aplicación móvil adjunta proporciona información adicional a los consumidores. El sistema facilita a los directores de programas una mejor vigilancia del mercado, lo que ayuda a determinar cuándo se pueden elevar las normas y hace que la supervisión del cumplimiento sea más eficaz, (IEA, 2021).

En 2017, Perú aprobó el etiquetado de eficiencia energética de acuerdo con el Decreto Supremo N°009-2017 y la Ley N° 27345 normativa dirigida a promover la eficiencia en el consumo de energía en el corto plazo mediante la protección y prevención a fin de difundir a que las elecciones de los consumidores se realicen de forma informada, representando metas inmediatas para reducir los GEI, provenientes del excesivo uso de energía, (Reglamento Técnico en Normatividad de Etiquetado de Eficiencia Energética (RTEEE), Ministerio de Energía y Minas, 2017).

Por otro lado, en el 2018, Chile estableció el programa Unidos por la eficiencia (U4E) un programa centrado en poner a la disposición de las personas, refrigeradoras de bajo consumo de energía con la finalidad de proteger el medio ambiente, (ONU, 2022).

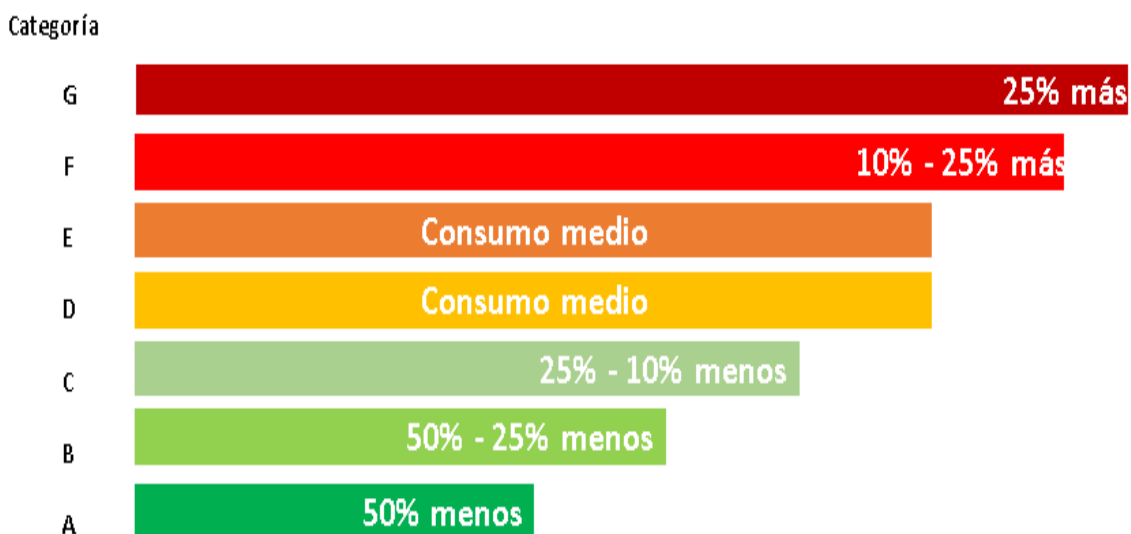
Existen 7 clases de eficiencia energética, como se muestra en la Figura 3, representadas por letras, desde la A hasta la G, siendo A la clase más eficiente.

De acuerdo a la figura 3 se pueden observar las 7 clases de eficiencia en el consumo de energía:

- El equipo Clase A usa aproximadamente un 50% menos de energía que el electrodoméstico promedio.
- Los electrodomésticos Clase B usan de 50% a 25% menos de energía que el equipo en promedio.
- Los electrodomésticos de clase C utilizan de un 25 % a un 10 % menos de energía que el equipo en promedio.
- Los equipos de clase D y E se consideran de desgaste medio.
- El equipo de clase F utiliza entre un 10 % y un 25 % más que el equipo activo promedio.
- Los dispositivos de clase G usan un 25 % más que los dispositivos de gama media

Figura 3.

Aparatos eficientemente energéticos



Nota: Adaptación Ministerio de Energía y Minas Reglamento Técnico en Etiquetado de Eficiencia Energética (RTEEE), 2017)

2.2 Calidad de vida

Según los ejemplares de la Social Indicators Research, publicación que está enfocada en relacionar la salud con la calidad de vida, hace referencia a ésta mediante la conceptualización de diversos autores (ANEXO 1).

En esta relación se puede apreciar autores como David Morris (1979) que define la conceptualización como cuantificable, medible y objetiva, en la cual investigan, desde el contexto exterior de los individuos toda una serie de bienes y servicios, que deben estar al beneficio de las personas para cubrir sus necesidades materiales e inmateriales. Por otro lado, Bigelow, et al (1991) precisan el concepto como una ecuación en donde se equilibran la satisfacción de necesidades y la evaluación sugestiva de bienestar.

Por lo tanto, para definir la calidad de vida en la ciudad es necesario primero enfatizar su naturaleza histórica, geográfica, dinámica y multidimensional, luego considerar la naturaleza global, que incluya la totalidad de factores que se encuentran afectando el bienestar de las personas en un ambiente dado.

Finalmente, es práctico considerar la naturaleza social de tener calidad de vida, en donde se pueda conjugar la forma de vivir, los valores y condiciones de cada individuo

que deriven en su bienestar y donde se considere el efecto que tiene la vivienda de acuerdo a sus características en el bienestar del individuo.

2.3 Contexto urbano

Lima es una ciudad de más de 10 millones de habitantes repartidos en 43 distritos, entre los que se identifica una destacable diversidad de ambientes urbanos, en estrecha relación con la marcada estratificación socioeconómica en la provincia (INEI 2017).

De acuerdo a la Clasificación Local Climate Zones, conocido por sus siglas en inglés LCZs propuesto por (Stewart y Oke, 2012), este trabajo de investigación enfocado en dos proyectos multifamiliares del distrito de Santiago de Surco, se centra en los tipos de construcción LCZ1, edificaciones compactas de gran altura que se encuentran representadas por un conjunto de desarrollos con hasta decenas de pisos, suelo mayoritariamente pavimentado y en donde los materiales de construcción que prevalecen: concreto, acero y vidrio.

2.4 La edificación y su sistema constructivo

A. Envoltente de la edificación. El concepto de envoltente tiene que ver con la manera en que puede acondicionarse la parte interna y externa de una edificación, de forma que las influencias externas tengan un impacto mínimo en la calidad de vida de sus habitantes, no tan sólo para robustecer la eficiencia energética, sino también desde el punto de vista estructural y para la impenetrabilidad del ruido, aire y agua. De esta manera, la envoltente térmica de una edificación está conformada por los techos en contacto con el viento y agua, y cuya pendiente no debe ser mayor de 6%, las paredes exteriores y los cimientos.

Los investigadores coinciden en que mejorando la envoltente de la edificación se puede ayudar a reducir el gasto en energía para aclimatar su interior y, por lo tanto, al tener mejor aislamiento térmico, se mejora la eficiencia energética de las edificaciones (APU, 2007; Balaras y col., 2007; Cuchí y col., 2007; Directive 2006/32/EC, 2006; EC y JRC, 2008; ETRES, 2009; IDAE, 2008; Knotzer, 2010; Nemry y col., 2010; Viladomiu, 2008).

B. Eficiencia energética en la construcción. Estrategias pasivas de calentamiento.

Los sistemas pasivos buscan un tipo de medidas poco complejas y de reducido mantenimiento. Consideran el control de variables presentes en el interior de un edificio, como la temperatura y humedad, mediante el uso del diseño y materiales adecuados, en donde la envolvente de la estructura se comporta como si se tratara de un filtro térmico, acústico y luminoso, el cual debe integrar los recursos externos y así reducir la demanda de energía al procurar confort y bienestar (Código técnico de la construcción, 2021).

Figura 4.

Optimización de la iluminación natural evitando los deslumbramientos



Nota: La luz debe distribuir y ganar profundidad en el ambiente. Tomado de Qualité Ennviromentale des Maltiments, ADEME.

Los sistemas pasivos actúan fundamentalmente de la siguiente manera:

- Limitan la incidencia de calor.
- Funcionan como aislantes térmicos.
- Retienen la energía térmica liberándola progresivamente.

La eficiencia energética en la construcción se consigue por medio de sus materiales estructurales, los cuales son capaces de transferir la energía externa de manera natural, gracias a sus propiedades de trasladar el calor por radiación o conducción, Igualmente, pueden proveer de sistemas de calefacción pasivos a través de ventanas, paredes de almacenamiento o invernaderos, los cuales representan un gasto mínimo en la

construcción, en comparación con el ahorro energético producido en equipos eléctricos para lograr aclimatar los departamentos.

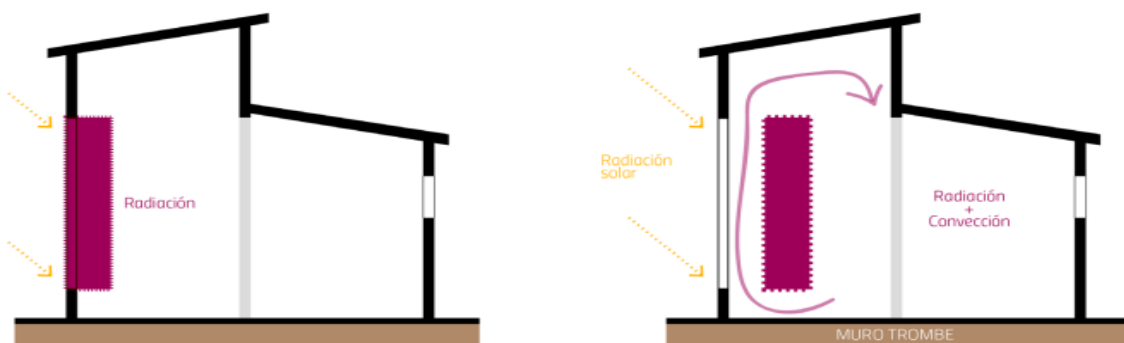
C. Ganancia solar directa. La radiación solar es captada por ventanas en las fachadas de los edificios, en las paredes y pisos de las casas, estas ventanas deben tener una alta inercia térmica para acumular y posteriormente liberar el calor recolectado. El retraso en la entrega de calor dependerá del volumen de la instalación receptora.

Es necesario considerar que los agujeros que miran hacia el ecuador generarán una mayor cantidad de energía solar diaria que otras direcciones. Otra forma de protección solar es pintar fachadas y tejados en colores claros para que se evite la absorción y se refleje la luz solar (Cuchí y col.,2007; Knotzer, 2010).

D. Muros acumuladores – invierno. La pared de vidrio captura la radiación solar y la coloca en la elevación norte si se encuentra en el hemisferio sur; y ubicado en la fachada sur si se encuentra en el hemisferio norte de la vivienda. Esta energía es enviada al espacio por radiación infrarroja o convección y, si la cámara de la pared se encuentra con ventilación, el aire hace pasar el calor por medio de dos aberturas en la parte de arriba y debajo de la pared.

Figura 5.

Muros acumuladores



Nota: Núñez, 2021. Imagen basada en Sánchez Inocencio, 2016.

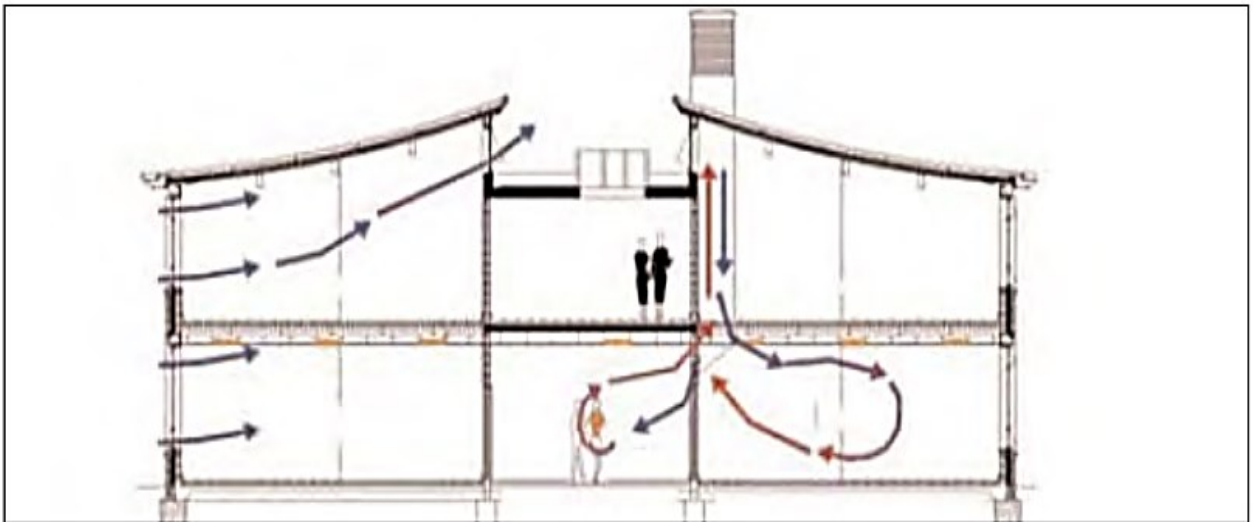
Estos muros evitan que la mayor parte de la energía solar caiga sobre ellos y la entregan al interior de la vivienda con un cierto tiempo de retardo, dependiendo de la masa y espesor del elemento intermedio.

E. Invernaderos. Otra forma de captar el calor es utilizar un invernadero donde la radiación solar se absorbe en el ambiente adosado a la fachada, donde hay más radiación en el edificio (norte o sur, según el hemisferio) seguida de una energía específica. se distribuye selectivamente a las habitaciones climatizadas o directamente a través de la histéresis térmica de la pared de separación. El espacio cerrado es una galería cerrada de vidrio. Según el clima y el propósito, puede ser un muro que separe las viviendas de un edificio estructural pesado o un muro de agua, o un tipo diferente de almacenamiento (Serrano, 2021).

F. Ventilación natural. La ventilación natural de las edificaciones se consigue de dos maneras, una, debido a la diferencia de temperatura entre el área externa y la interna, y la otra manera es mediante la presión que incide sobre el edificio. Los techos ventilados son útiles para evitar que un edificio se sobrecaliente y mediante la ventilación cruzada natural se puede obtener una refrigeración pasiva. (Cuchí y col., 2007; Directive 2006/32/EC,2006; Knotzer, 2010).

Figura 6.

Esquema de ventilación natural



Nota: Worcestershire County Council. www.worcestershire.whub.org.uk.

La ventaja de un edificio ventilado es que regenera el aire viejo, aumenta la velocidad del aire interior, mejora el confort térmico en verano y refresca el interior en las noches de verano cuando la temperatura interior es más baja que la exterior. En este caso es muy interesante la ventilación selectiva en verano, que se realiza por la noche abriendo ventanas y puertas para endurecer el interior de la vivienda (Oropeza, 2008).

G. Potencial de ahorro. “El potencial de ahorro de energía del que disponen los edificios es muy elevado. Solé Bonet y CAATT (2003) estima que este ahorro puede superar el 50 % en muchos casos. Knotzer (2010) expone que el potencial medio de ahorro del parque de edificios residenciales en España es del 60 %. IPCC (2007a) indica que hay un potencial global para reducir las emisiones en un 29 % de manera rentable para los sectores residencial y comercial, teniendo éstos el potencial de ahorro más alto entre todos los sectores”.

Se estima que el ahorro de energía del acondicionador de aire mediante la adición de aislamiento en las paredes exteriores puede llegar al 15% (Cuchí et al., 2007), del 5% al 16% (Viladomiu, 2008) y del 4% al 49%, (Rodríguez et al. p., 2010). Se estima que los ahorros por el aumento del aislamiento del techo son tan bajos como 4% (Cuchí et al., 2007), 4% a 14% (Viladomiu, 2008) y tan altos como 12% (Rodríguez, 2010).

Los ahorros estimados por la eliminación de huecos arquitectónicos, especialmente por la sustitución de carpinterías y acristalamientos, son de hasta el 3% al 10% de las necesidades de energía térmica (Viladomiu, 2008) y del 8% al 13% (Rodríguez, 2010), 14% a 20% (Balaras et al., 2007) y 18% a 25% (Luxan et al., 2010a), (Apilar y Contar, 2007) dividieron los ahorros hasta un 2 % en muebles (marcos) y hasta un 7,5 % en vidrio.

Aumentar el aislamiento de fachadas y cubiertas puede ahorrar hasta un 18% de la energía necesaria para la climatización (Luxán et al., 2010b). Reemplazar el aislamiento y los agujeros puede resultar en ahorros del 14% al 29% en general (Garrido-Soriano et al., 2012) y del 37 al 41% (Fundación Entorno, 2009a), como se muestra en el ANEXO 2.

2.5 Edificaciones de alto rendimiento

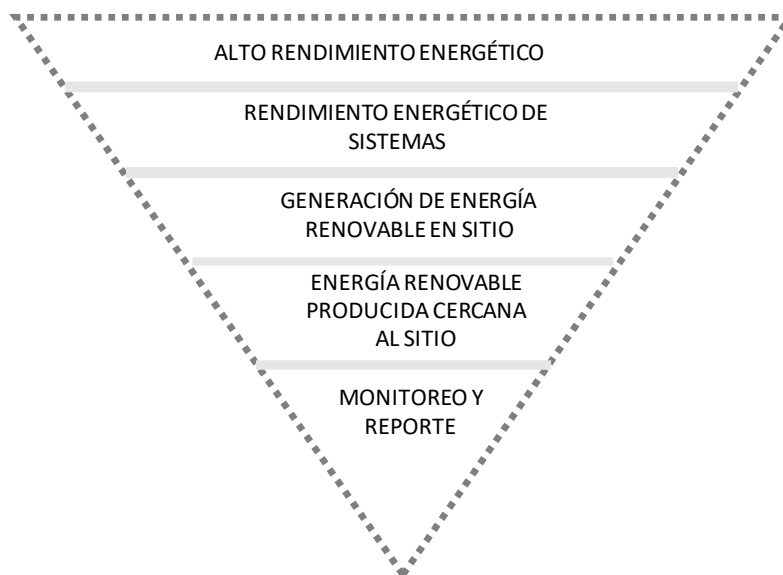
Son edificaciones altamente eficientes y resilientes al cambio climático, que en su ciclo de vida e interacción con el entorno generan bienestar a sus ocupantes y un balance neto de emisiones de carbono igual a cero que cuenta con una estructura y jerarquía de edificaciones de alto rendimiento según se muestra en la figura 7.

Dentro de la construcción existen edificaciones que presentan energía casi nula denominados nZEB, por su nombre en inglés (Nearly Zero Energy Buildings). Generalmente representan menos del 5% de la construcción. En la mayoría de los mercados en 2019,

casi dos tercios de los países carecían de códigos de energía de construcción obligatorios, lo cual representa que el año pasado se construyeron más de 5 mil millones de m² sin requisitos de rendimiento obligatorios, (Global Status Report for Building and construction, 2020).

Figura 7.

Estructura y jerarquía de edificaciones de alto rendimiento



Nota: Adaptación del Programa “Advancing Net Zero” (UK GBC, 2019)

Por otro lado, la superficie construida en edificios en todo el mundo ha aumentado en aproximadamente un 65% desde 2000, alcanzando casi 245 mil millones de m² en 2019, sin embargo, el uso promedio de energía por m² ha disminuido solo alrededor del 25%, lo que significa que los avances en eficiencia energética solo han compensado parcialmente el crecimiento del área.

Los códigos de energía para edificios establecen estándares para la construcción de desarrollos inmobiliarios con mejor rendimiento energético y son un método probado para reducir el consumo de energía de éstos, a pesar de ello se tiene que, a partir de 2019, menos de 75 países tienen o están desarrollando un código energético de construcción obligatorio o voluntario, y alrededor del 45% de los códigos de construcción de esos países cubren solo una parte del sector de la construcción. Por lo tanto, muchos países están actualizando sus códigos de energía para aumentar el rigor de los requisitos, sin

embargo, a pesar de estos signos positivos, no se han tomado suficientes medidas para mantenerse al día con la rápida expansión general de la superficie de suelo mundial (ASHRAE 90.1, 2019).

La nueva construcción de alto rendimiento debe expandirse de los 275 millones de m² actuales a más de 500 millones de m² para 2030, aumentando la cobertura del código y el rigor a través de prácticas de cumplimiento incorporadas en los códigos de construcción, los mismos que deberán estar alineados a las herramientas mejoradas de simulación de edificios, la capacitación, las inspecciones, las pruebas, así como a las calificaciones y los incentivos, representando instrumentos claves para lograr los objetivos climáticos. Tendrá que adaptarse a la rápida expansión del sector de los edificios y mejorar el confort térmico sin aumentar significativamente la demanda de energía y las emisiones resultantes, (Consejo empresarial para el desarrollo sostenible (WBCSD) Visión, 2050).

Confort Térmico

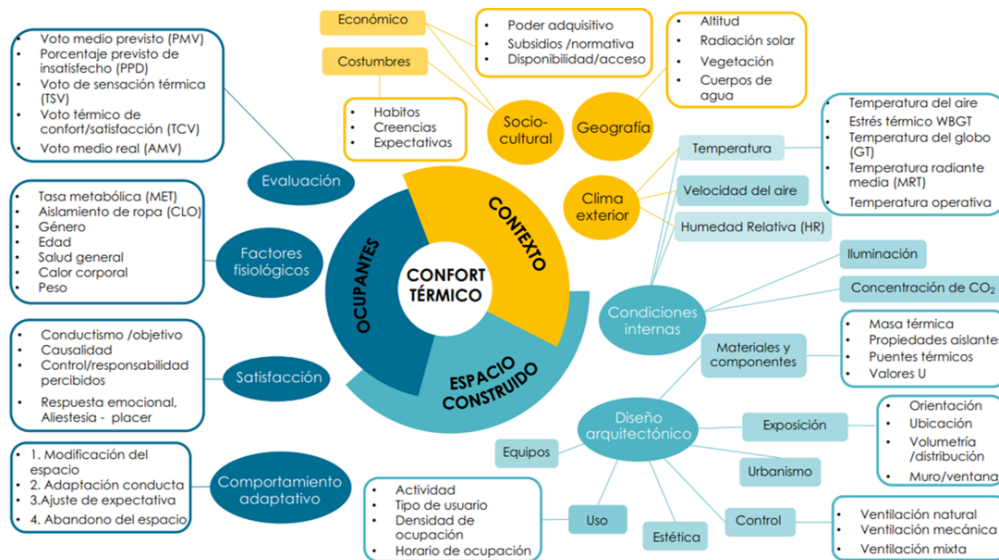
Es definido por la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers como una condición mental que demuestra satisfacción con el ambiente térmico y se evalúa mediante una prueba subjetiva. Esta definición involucra dimensiones fisiológicas, conductuales y psicológicas que implican interpretación, preferencia personal y respuesta subjetiva a las condiciones ambientales dinámicas y cambiantes que impactan la calidad de un espacio interior, (Ashrae Standard 55, 2013).

El confort térmico influye en gran medida en nuestras experiencias, en los lugares donde vivimos y trabajamos Humphrey MA. Nicol JF. (2002) y es uno de los factores que más contribuye a la satisfacción humana en edificios (Frontczak y Wargocki, 2011). Su influencia en los sistemas corporales tegumentario, endocrino y respiratorio también permite que el confort térmico juegue un papel importante en nuestra salud, bienestar y productividad. Más allá del alcance del impacto individual, el confort térmico interior también afecta el uso de energía de un edificio, ya que la refrigeración y la calefacción en los países desarrollados y en muchos países en desarrollo representan aproximadamente la mitad del consumo energético del edificio. (Chua et al., 2013; Pérez et al., 2008).

Los estándares de confort térmico utilizan un modelo que proporciona un medio para predecir si los seres humanos en un espacio acondicionado mecánicamente estarán satisfechos con el ambiente térmico en base a seis parámetros centrales: i) temperatura del aire, ii) humedad, iii) movimiento del aire, iv) temperatura radiante media de las superficies circundantes, v) tasa metabólica y vi) aislamiento de la ropa, (Schiller et al., 2017). Para edificios acondicionados naturalmente, el modelo de confort térmico adaptativo correlaciona el confort humano directamente con la temperatura operativa interior y la temperatura exterior. (Huizenga et al., 2006 y Babu, 2014).

Figura 8.

Estándares de confort térmico



Nota: Clesal Rodriguez Bernal 2022

En la actualidad, el concepto de confort térmico adaptativo se ha integrado con varias herramientas de gestión del rendimiento, a través de estándares que involucran el contexto, espacio construido y a los ocupantes como se puede apreciar en la figura 8. En países desarrollados como los europeos, así como en China y Estados Unidos se han introducido directrices realizadas mediante la adaptación del usuario para la evaluación de la calidad de las condiciones térmicas. (Carlucci et al., 2018).

El confort adaptativo, no es solamente una práctica de los países desarrollados, puesto que también es practicado comúnmente entre los usuarios latinoamericanos,

aunque ésta no se encuentra regulada (Pérez Fargallo, et al. 2018) (Filippín, y Marek, 2015) (Ganem, et al. 2008), y, por lo tanto, en todos los modelos energéticos, es necesario, para promover el desarrollo de estándares y estrategias realistas de eficiencia energética. (Web, 2018).

A. Factores que condicionan el confort higrotérmico. El confort tiene un componente fisiológico y uno psicológico que están en una constante interacción y afección mutua, pueden cambiar de un momento a otro y no participar en la generación de confort de manera equitativa, por lo que son muchas las circunstancias que se combinan para dar como resultado una sensación de confort o discomfort (Mayorga, 2012).

El Dr. Raymundo Mayorga, en su libro *Arquitectura y confort térmico* (2012), establece seis subsistemas que describen los distintos elementos que podrían entrar en juego para determinar el confort agrupados en dos distintas categorías: factores externos y factores internos, tal como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 1.

Categoría de factores externos al ser humano que determinan el confort térmico cuando se encuentra dentro de los edificios.

Subsistema A AMBIENTE NATURAL (el clima)	Subsistema B AMBIENTE CONSTRUIDO (el edificio)	Subsistema C AMBIENTE SOCIAL (la sociedad)
1. Temperatura del aire	1. Dimensiones del espacio arquitectónico.	1. Tradiciones y costumbres del sujeto que determinan que ambiente térmico esperan encontrar en el espacio arquitectónico.
2. Radiación solar	2. Orientación respecto al sol de las aberturas y los elementos transparentes u opacos del local del estudio.	2. Grupo étnico del sujeto
3. Humedad del aire (humedad relativa, precipitación pluvial), debida entre otros a la cercanía a masas de agua, vegetación etcétera.	3. Tipo de materiales de construcción (en muros, cubiertas y ventanas) que pueden ser opacos o transparentes a los rayos del sol.	3. Participación activa en grupos deportivos, sociales, políticos, etcétera.
4. Viento (velocidad, dirección), debido a la topografía, orografía, entre otros.	4. Formas interiores del espacio arquitectónico.	4. Grupo social y económico del sujeto.

- | | |
|---|--|
| 5. Presión atmosférica debido a la altitud principalmente. | 5. Tipo de aberturas, forma y sistema de funcionamiento de las ventanas. |
| 6. Meteoros. Estos se generan por condiciones geográficas particulares. | 6. El color |
| 7. Calidad del aire | 7. Diferencias de confort térmico dentro del espacio arquitectónico. |

Nota: Mayorga (2005)

Tabla 2.

Categoría de factores internos o personales del ser humano que determinan el confort térmico cuando se encuentra dentro de los edificios

Subsistema D LA PARTE BIOLÓGICA DEL SER HUMANO	Subsistema E LA PARTE PSICOLÓGICA DEL SER HUMANO	Subsistema F LA PARTE SOCIAL DEL SER HUMANO
1. Género del sujeto	1. Placer	1. Tipo de vestimenta
2. Metabolismo basal	2. Activación	2. Grupo étnico del sujeto
3. Metabolismo muscular	3. Control	3. Tipo de bebidas
4. Estado de salud del sujeto (adaptación y descompensación física).	4. Significatividad espacial	4. Grado de aclimatación incluye lugar de nacimiento, características del espacio, tiempo de la vivencia.
5. Color de piel del sujeto	5. Sensación y preferencia térmica del sujeto.	
6. Peso del sujeto	6. Estado de ánimo del sujeto	
7. Ciclos temporales (vigilia, sueño, tiempo de ingestión de alimentos y otros).	7. Psicofísica, ruidos, contacto visual con el exterior, olores, tacto.	
8. Estatura del sujeto		
9. Edad del sujeto		

Nota: Mayorga (2005)

B. Determinación de los límites de confort. Existen diversas aproximaciones al cálculo y determinación del confort higrotérmico humano desarrolladas por investigadores alrededor del mundo desde la década de 1960 que han sido plasmadas en gráficas, índices, y ecuaciones (Mayorga Cervantes, 2012).

De manera general se pueden distinguir dos corrientes de pensamiento:

B.1 Confort estático. Se proponen límites específicos e inalterables y se aplica de manera genérica a cualquier momento, lugar del planeta y género de edificio, tomando en cuenta de manera preponderante sólo el aspecto fisiológico, sin embargo, omitir los factores culturales y psicológicos podrían provocar que sea complicado crear las condiciones ideales para cumplir con esos estándares.

B.2 Confort adaptativo. Se considera que las personas tienen un rango suficiente de tolerancia y adaptabilidad para adecuarse a las condiciones del entorno. Aquellas personas que viven dentro de las zonas tropicales desarrollan a lo largo de su vida una mayor tolerancia al calor, mientras que su incomodidad aumenta considerablemente frente a temperaturas bajas. Caso contrario de los habitantes de zonas frías para quienes esto no representa mucho problema y prefieren evitar el calor. Estas diferencias se pueden aprovechar para ajustar la cantidad de estrategias necesarias en que las edificaciones serán capaces de mediar para proveer el confort necesario, atendiendo a las condiciones climáticas del lugar en el que se construya, de ahí que muchos investigadores han preferido desarrollar ecuaciones para calcular el rango de confort ideal a partir de las temperaturas que se presentan en el sitio, con lo cual también se puede diferenciar entre las distintas estaciones, reconociendo la oscilación de temperaturas a lo largo del año e incluso hacer diferenciaciones entre el día y la noche.

Con la humedad relativa, si bien se tienen rangos mucho más estables, tampoco existe un consenso sobre cuáles deberían ser los límites superiores e inferiores, aunque es posible reconocer mayores coincidencias.

En la tabla 3 se muestran los límites de humedad relativa establecidos por diferentes autores:

Tabla 3.

Límites de humedad relativa que determinan una zona de confort térmico en relación con la temperatura del aire

Autores	Límites de temperatura	Límites de humedad	Observaciones
Puppo	16 °C (punto óptimo)	30 - 60%	Para Europa (España)
Víctor Olgyay	23.9 °C a 29.5 °C	20 - 75%	Trópicos
Roberto Rivero	Alrededor de 24 °C	30 - 60%	Para Sudamérica
Yaglou-Drinker	18.8 °C a 23.8 °C	30 - 70%	E.E.U.U.: Verano
Koenigsberger y colaboradores	22 °C a 27 °C	30 - 70%	Trópicos

C.E. Brooks	23.3 °C a 29.4 °C	30 - 70%	Trópicos
Carl Mahoney	Establece 24 diferentes intervalos de confort térmico y va desde 12 °C a 18 °C hasta 26 °C a 33 °C	Establece 4 grupos HR menor a 30% HR entre 30% y 50% HR entre 50% y 70% HR mayor a 70%	Prácticamente para todo clima

Nota: Mayorga (2012).

Dentro de los estudios sobre el confort adaptativo, uno de los más conocidos y relevantes es el conducido por Andris Auliciems en 1981 (Auliciems y Szokolay, 2007), quien propuso la siguiente expresión para determinar la temperatura neutra, y que ha sido retomada en diversos momentos por otros estudiosos para ajustarla según sus consideraciones.

$$T_{confort} = 17.6 + 0.31 \times T_m$$

Donde:

Tconfort = Temperatura de confort o neutralidad térmica

Tm = Temperatura media de bulbo seco exterior

Los resultados que se obtengan con la ecuación se refieren a la neutralidad térmica, es decir, a la zona que podría considerarse “ideal” a partir de la cual se cuenta con un margen superior e inferior que puede estar en el rango de los 2.5°C hasta los 3.5 °C.

C. Relación entre confort y salud física. En las siguientes Tablas 4 y 5, se presentan la relación existente entre confort y salud física

Tabla 4.

Sentido del organismo

SENTIDO DEL ORGANISMO	AFECTACIONES
OLFATO/ GUSTO	Disconfort Olfativo: En casos moderados de exposición a sustancias contaminantes ante una mala calidad del aire se pueden presentar mareos, dolores de cabeza, irritabilidad de los ojos y las mucosas, desmayos y vómitos, es difícil darse cuenta cuando se están teniendo las primeras afectaciones, éstas se manifiestan cuando ya existe un daño grave, por ejemplo, en viviendas donde se suelen utilizar chimeneas para calefacción existe un gran peligro de muerte por intoxicación con el CO desprendido de la combustión, dado que es un gas inoloro, no se le distingue en el ambiente y las personas pueden quedarse dormidas, pensando que simplemente están cansadas, aunque en realidad la aspiración del gas ya les ha producido consecuencias fatales. En 2016, la OMS calculó que 7 millones de personas murieron por enfermedades relacionadas con la contaminación ambiental, de las cuales 4.2 millones de personas murieron de manera prematura (OMS, 2018), mientras que en 2012, más de 4 millones de personas murieron prematuramente por contaminación ambiental interior

(Organización Mundial de la Salud, 2018), debido principalmente al uso de combustibles ineficientes e inseguros para cocinar o calefactar las viviendas, tales como la madera, residuos agrícolas, carbón, etc.

Las alergias también deben ser consideradas, ya que algunas personas son particularmente sensibles al polen, polvo, entre otros, afectando gravemente y de manera inmediata su capacidad para respirar.

La exposición continua a altos niveles de contaminantes conlleva una acumulación de los mismos en los pulmones, provocando o agudizando enfermedades respiratorias como asma, enfisema, bronquitis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, cáncer, entre otras. En la mayoría de ellas se produce un alojamiento de las sustancias en los órganos internos que les produce inflamación, disminuyendo el tamaño de los conductos que admiten aire cargado de oxígeno y conducen a una reducción del mismo en los pulmones (hipoxia)

Las enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares y diferentes tipos de cáncer también están relacionadas con la mala calidad del aire.

Nota: Elaboración propia

Tabla 5.

Afectación de la vista y del oído

SENTIDO DEL ORGANISMO	AFECTACIONES
VISTA	Disconfort lumínico Iluminación escasa: daño inmediato a la función del ojo disminuyendo su capacidad de percepción. Alta cantidad de luz que contrasta con otras superficies menos iluminadas: se puede dar un deslumbramiento afectando a la pupila imposibilita una correcta visión y genera desorientación. Si la tarea que se realiza requiere mucho detalle y la persona se dedica a ella por un periodo largo de tiempo pueden presentarse dolores de cabeza, imágenes borrosas y mareos. En países donde hay baja disponibilidad de luz natural en ciertas épocas del año, es muy frecuente la presencia del Trastorno Afectivo Estacional (TAE) (NIH: Instituto Nacional de la Salud Mental, 2021), en el que las personas presentan cuadros depresivos durante los periodos de otoño e invierno al provocar un desbalance en la producción de sustancias químicas en el cerebro, tales como la serotonina, una sobreproducción de melatonina (hormona reguladora del sueño), y poca asimilación de vitamina D; en estos casos, se recomienda seguir una fototerapia, en la que el paciente se expone a una lámpara que simula la luz natural y estimula la producción y fijación regular de hormonas y sustancias, además de medicamentos antidepresivos. Los trabajos nocturnos en el que las personas están constantemente expuestas a la luz artificial, pero que además no se complementa con una suficiente exposición a la luz natural al tener invertidos los horarios de vigilia, se provoca alteraciones en los ritmos circadianos y afecta el funcionamiento de las glándulas, generando cambios en la producción de las hormonas, es frecuente en pilotos de aviones y sobrecargos quienes se someten continuamente a fuertes cambios de horarios. La falta de exposición a la luz natural en los niños puede incluso afectar su desarrollo y comprometer su crecimiento.
OIDO	Disconfort acústico: Las afectaciones leves pueden encontrarse en ligeros zumbidos temporales después de que se estuvo expuesto a altas intensidades sonoras, sin embargo, dichos zumbidos se

pueden volver permanentes cuando sucede de manera cotidiana y prolongada, y junto con ellos presentarse pérdida del equilibrio, vértigo, dolor de cabeza, vómito, etc.

A mediano plazo se presenta una disminución en la capacidad auditiva, tanto para escuchar sonidos de bajo volumen como para distinguir ciertas frecuencias, las cuales se pueden “perder” definitivamente.

En eventos extremos de sonidos estruendosos e imprevistos, por ejemplo, un rayo o una explosión, se puede presentar tinitus, condición en la que se pierde la capacidad de audición y se tiene un zumbido de manera permanente.

El oído es el encargado del equilibrio y pueden darse afectaciones en el movimiento, evitando que la persona pueda caminar erguida, así como reducir su capacidad espacial.

En presencia de ruidos nocturnos constantes pueden presentarse trastornos en el sueño, ya que el oído es un sentido que funciona permanentemente, pues servía desde la antigüedad para alertar a las personas sobre peligros en el medio por ataques de animales o de otros individuos.

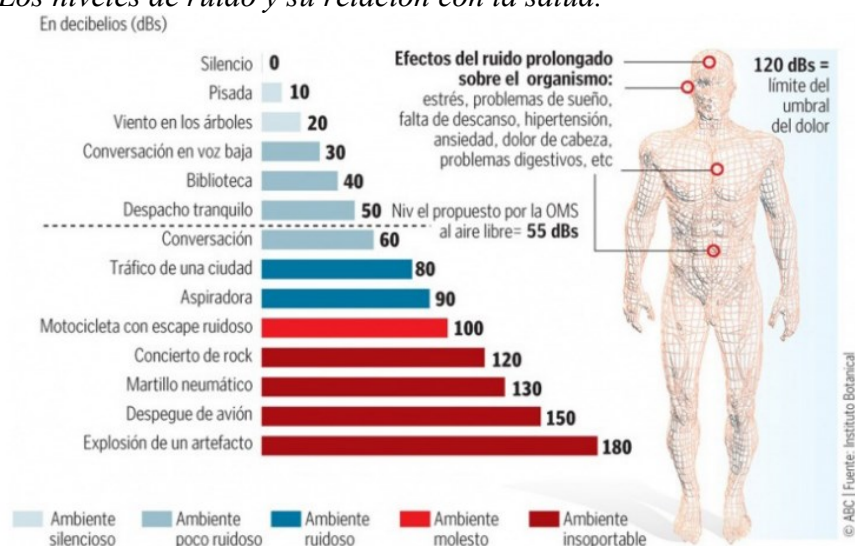
La percepción de ruidos durante el sueño obstaculiza el acceso a las etapas de sueño profundo, las cuales son necesarias para proveer descanso y restauración, al no tenerlos puede causar alteración de funciones orgánicas, ya que durante el sueño se restablecen las funciones del organismo y se llevan a cabo los procesos de eliminación de toxinas del cuerpo.

Nota: elaboración propia

A continuación, se muestran gráficamente a través de la figura 9 los niveles de ruido y su relación con la salud, figura 10 El confort, la fisiología y la salud y su relación con la Escala de temperatura y en la figura 11 Temperaturas internas en función de las temperaturas ambientales.

Figura 9.

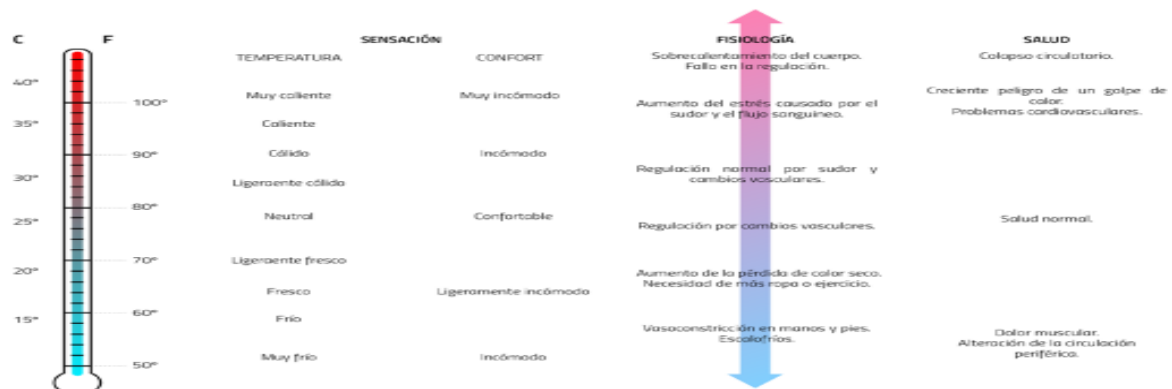
Los niveles de ruido y su relación con la salud.



Fuente: INGSCIENTIF. (2022). Tomado de <http://ingscientif.yolasite.com/ruido-dañatusalud.php>

Figura 10.

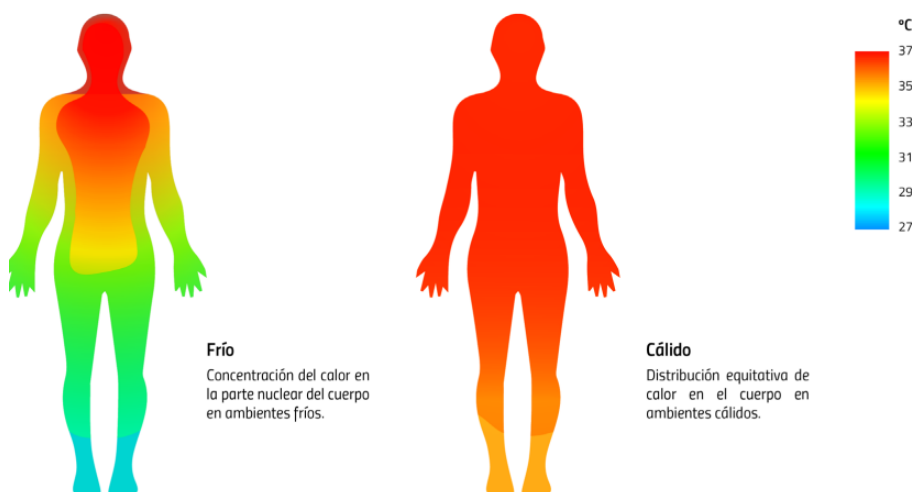
El confort, la fisiología y la salud y su relación con la Escala de temperatura



Nota: Núñez, 2021.

Figura 11.

Temperaturas internas en función de las temperaturas ambientales



Nota: Núñez, 2021.

D. Confort y la salud Mental. La definición y medición de las afectaciones a las personas en el aspecto psicológico por las características del ambiente, siempre han sido un tema controversial, puesto que no se pueden aislar completamente las variables que intervienen en ellas, y resulta complicado determinar con precisión si un ocupante se ve afectado únicamente por las condiciones físicas de confort, o porque existen aspectos personales, sociales y económicos individuales que pueden estar teniendo una fuerte incidencia sobre él.

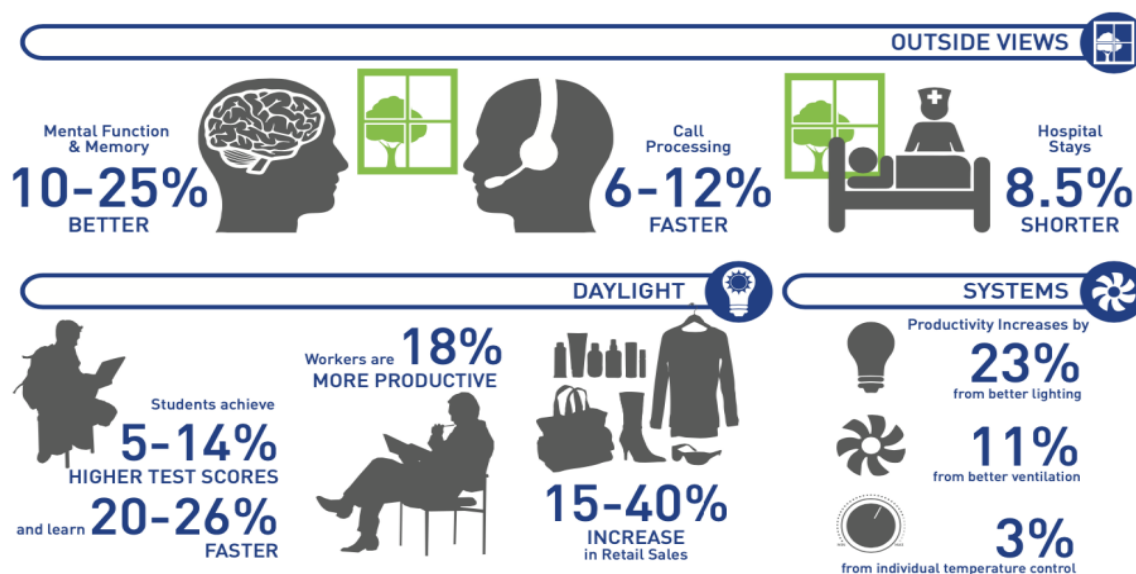
Atravesar por un duelo, conflictos familiares o problemas económicos son motivos suficientemente fuertes para afectar a una persona independientemente del

espacio que habite, pero diversos estudios conducidos en escuelas, oficinas, fábricas, hospitales e incluso comercios, han demostrado que ciertos aspectos del diseño pueden contribuir al desarrollo de las actividades y a un mejor estado de salud de los ocupantes, sabiendo que, aunque la situación personal puede variar, la gran mayoría de las personas se ven influenciados positivamente por ciertas características del entorno.

En una recopilación de análisis realizado a varios edificios con certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), los cuales fueron considerados por el World Green Building Council, se muestran distintos casos en el que las vistas hacia el exterior, el uso de iluminación natural y la eficiencia en sistemas de climatización e iluminación permiten un incremento de la productividad, las funciones cognitivas y las ventas, y permiten también acortar las estancias hospitalarias, (WGBC, 2021), como se esquematiza en la figura 12.

Figura 12.

Beneficios de las características de edificios LEED en la productividad, la salud y la economía.



Nota: World Green Building Council, 2021.

E. Confort y Calidad del aire exterior e interior. Considerado como un riesgo para la vida humana, la contaminación del aire se considera actualmente la mayor amenaza para la salud ambiental debido a que cada año se pierden por su causa siete millones de personas. La ONU advierte que, aunque la contaminación del aire a veces no

es causante de las enfermedades, si las complica, como en el caso de, asma, cáncer, enfermedades pulmonares y cardíacas. (Organización Mundial de la Salud, 2014). El costo económico diario de la contaminación del aire se estima en \$ 8 mil millones, o 3-4% del producto bruto mundial (Greenpeace. Año 2020).

2.6 Materia particulada (PM)

Los niveles de PM en interiores tienen el potencial de exceder los niveles de PM al aire libre (Chen y Zhao, 2011). Nazaroff dijo que una clasificación de tamaño podría considerar tres grupos: partículas ultrafinas (UFP) que tienen menos de 0,1 micrones, o 100 nanómetros de diámetro; partículas finas de menos de 2,5 micras de diámetro ($PM_{2.5}$) y partículas gruesas entre 2,5 micras y 10 micras de diámetro (PM_{10}).

Las UFP se encuentran en mayores cantidades, pero tienen un efecto insignificante en las concentraciones de masa. Al aire libre, $PM_{2.5}$ tiende a ser dominado por aerosoles primarios (aquellos que se emiten directamente al aire, como hollín de diésel) y la conversión de especies gaseosas a material particulado en la atmósfera. En este último caso, los principales procesos de aire en el ambiente exterior incluyen óxidos de azufre que se convierten en partículas de sulfato, nitrógeno, los óxidos se convierten en partículas de nitrato, el amoníaco se convierte en amonio, combinándose con nitrato y sulfato, y gases orgánicos que se oxidan en la atmósfera en especies con menor volatilidad y mayor polaridad. Las partículas gruesas tienden a generarse mecánicamente a partir de fuentes tales como elementos de la corteza terrestre, desgaste de neumáticos y frenos, y sal marina cerca de las costas (Masri et al., 2015).

Los principales componentes del polvo son sulfatos, nitratos, amoníaco, cloruro de sodio, hollín, polvo mineral y agua (EPA, 2003) y este material de partículas suspendido en el ambiente es el que se toma en cuenta para medir la contaminación del aire, la cual cada vez hace que las personas creen cuadros infecciosos sobre todo a nivel pulmonar, debido a la existencia de partículas muy pequeñas que se introducen y se asientan profundamente en los pulmones (OMS 2021)

Es indudable que la contaminación del aire afecta más a las personas más vulnerables o con algún problema clínico. De acuerdo a estudios realizados por la Escuela Chan de Salud Pública de la Universidad de Harvard, se estima que, en 2021, las muertes

de 40.000 niños menores de cinco años estaban directamente relacionados con la contaminación del aire por PM_{2.5}, y en esta era de COVID-19, los investigadores han descubierto que la exposición a PM_{2.5} aumentó el riesgo de contraer el virus y de sufrir síntomas más severos cuando se infecta, incluyendo la muerte.

Un estudio de 2012 realizado por investigadores de la EPA estimó que había unas 130.000 muertes prematuras por año de exposición que son atribuibles a niveles elevados niveles de PM_{2.5} al aire libre (Fann et al., 2012). Sin embargo, la mayoría de los estadounidenses gastan casi el 90 por ciento de su tiempo en interiores (Klepeis et al., 2001), por lo que es probable que la exposición interior a PM sea una contribuyente importante a los efectos adversos para la salud causados por la exposición a PM.

Varios estudios han documentado el grado en que la exposición humana a PM al aire libre ocurre en interiores, incluyendo en casa (Kearney et al., 2011; MacNeill et al., 2012, 2014; Meng et al., 2004; Wallace y Ott, 2011). El PM exterior ingresa a los edificios infiltrándose a través de grietas y huecos en la envolvente del edificio, así como a través de vías naturales de ventilación y ventilación mecánica (Chen y Zhao, 2011). Es probable que la ventilación mecánica sea una fuente mayor de PM al aire libre en los edificios comerciales que en edificios para viviendas. Las fuentes interiores importantes de PM incluyen la combustión, las velas y la cocina (Isaxon et al., 2015).

La OMS recortó la cantidad anual recomendada de la concentración de PM_{2.5} a la mitad, desde 10 µg/m³ hasta 5 µg/m³, con el fin último de prevenir millones de muertes, (World Health Organization. 2021).

En el informe sobre la calidad del aire del mundo 2021, se utiliza siete bandas de colores para facilitar la identificación de múltiplos de 5 µg/m³ de la directriz de la OMS para PM_{2.5} y los niveles objetivo provisionales, donde los valores de concentración de PM_{2.5} informados se basan en un período promedio de un año, en lugar de un solo día, como que se muestra en la Figura 13.

Figura 13.

Marco de visualización del Informe sobre la calidad del aire en el mundo 2021

Puntos de corte anuales de PM _{2.5} basados en Directrices de la OMS para 2021 y metas provisionales	PM _{2.5}	Color de Código	Niveles
Cumple con las directrices PM _{2.5} de la OMS	0.5µg/m ³	Azul	Calidad de Aire
Supera la directriz PM _{2.5} de la OMS de 1 a 2 veces	5.1 - 10µg/m ³	Verde	Objetivo provisional 4
Supera la directriz PM _{2.5} de la OMS de 2 a 3 veces	10.1 - 15µg/m ³	Amarillo	Objetivo provisional 3
Supera la directriz PM _{2.5} de la OMS de 3 a 5 veces	15.1 - 25µg/m ³	Naranja	Objetivo provisional 2
Supera la directriz PM _{2.5} de la OMS de 5 a 7 veces	25.1 - 35µg/m ³	Rojo	Objetivo provisional 1
Supera la directriz PM _{2.5} de la OMS de 7 a 10 veces	35.1 - 50µg/m ³	Morado	Supera los niveles objetivo
Supera la directriz PM _{2.5} de la OMS por más de 10 veces	>50µg/m ³	Marrón	Supera los niveles objetivo

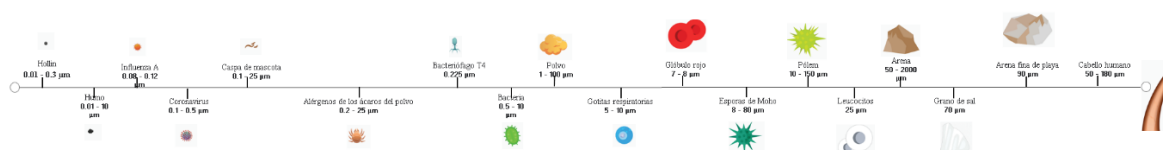
Nota: Reporte de calidad de aire, 2021.

El PM_{2.5}, es un material particulado que consiste en partículas finas de aerosol que miden 2,5 micras o menos de diámetro, es uno de los seis contaminantes atmosféricos de criterio que se miden de forma rutinaria y es comúnmente aceptado como el más dañino para la salud humana debido a su prevalencia en el medio ambiente y una amplia gama de efectos sobre la salud.

PM_{2.5} se genera a partir de muchas fuentes y puede variar en composición química y física. Los componentes químicos comunes de PM_{2.5} incluyen sulfatos, nitratos, carbón negro y amonio. Las fuentes artificiales más comunes incluyen motores de combustión interna, generación de energía, procesos industriales, procesos agrícolas, construcción y madera residencial y quema de carbón. Las fuentes naturales más comunes de PM_{2.5} provienen de las tormentas de polvo, de arena y de incendios forestales. Se muestran en la Figura 14 un comparativo de tamaños de partículas.

Figura 14.

Comparativo de tamaños de partículas



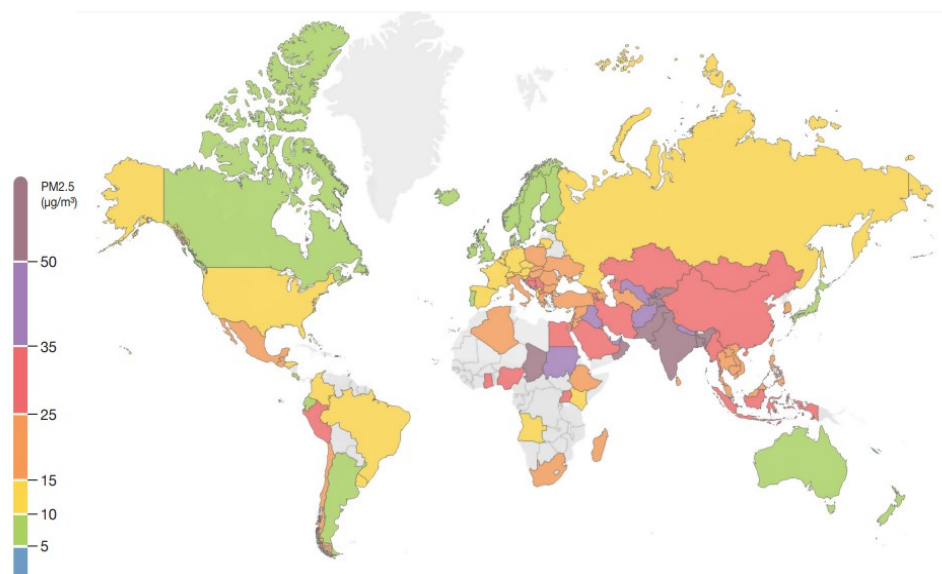
Nota: El tamaño de las partículas importa: Comparativo de tamaños. Las partículas pequeñas representan el mayor riesgo para la salud humana. Mientras que la nariz puede filtrar la mayoría de las partículas gruesas, las partículas finas y ultra finas se inhalan más profundamente en los pulmones donde pueden ser depositadas o incluso pasar al torrente sanguíneo. Las medidas indican micras de diámetro (µm). Reporte de calidad de aire 2021.

Por otro lado, se puede apreciar que los países y regiones de Asia oriental, el sudeste asiático y el sur de Asia sufrieron las mayores concentraciones media anual de

PM_{2.5} ponderada por población. En particular, el continente africano solo 13 de 54 países tenían suficientes datos de monitoreo de la calidad del aire público, lo que resultó en la mayoría de los países que se muestran en gris. Además, la región de América Latina y el Caribe también carecía de un seguimiento suficiente, como se muestra en la Figura 15, Reporte de calidad de aire 2021.

Figura 15.

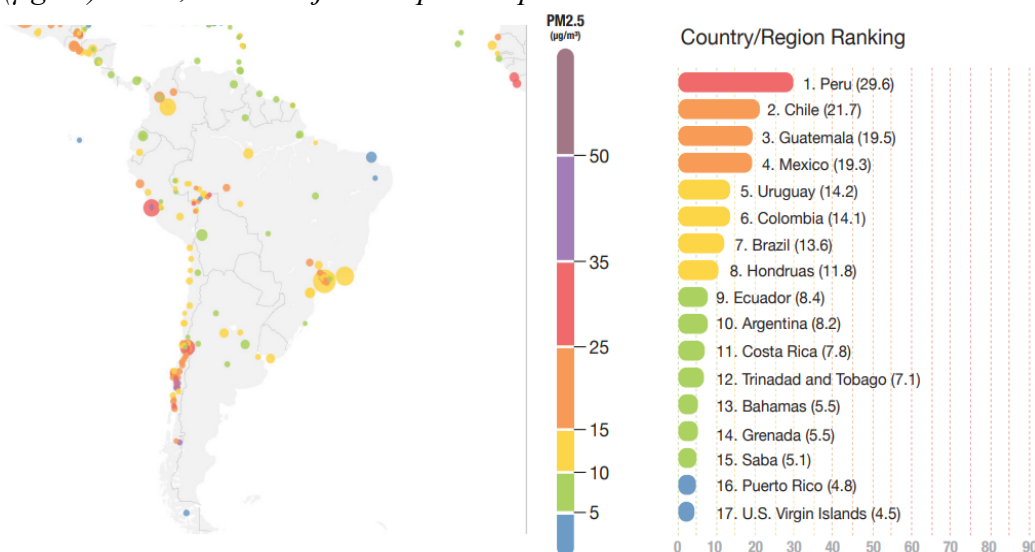
Mapa global de 2021 codificado por colores según la concentración promedio anual de PM_{2.5}



Nota: Reporte de calidad de aire, 2021.

Figura 16.

Marcadores de ciudad que indican los niveles de PM_{2.5} de 2021 PM_{2.5} promedio (μg/m³). 2021, tamaño ajustado para la población



Nota: Reporte de calidad de aire, 2021.

Debido al crecimiento de las ciudades regionales y su población, existen graves problemas con la calidad del aire en América Latina y el Caribe. El crecimiento de la población urbana es en la actualidad uno de los problemas multifacéticos relacionados con la demanda de energía, el aumento del tráfico, las emisiones de $PM_{2.5}$, la producción de combustibles fósiles, las emisiones de flotas abandonadas, el aumento del uso de combustibles sólidos como fuente de calefacción en ciudades de bajos ingresos.

La falta de una regulación gubernamental conduce a ineficiencias en la calidad del aire. Sin embargo, América Latina y el Caribe logró algunos avances en 2021, como se muestra en la Figura 16, donde de acuerdo al Informe de calidad del aire (2021), se muestra la disminución de las concentraciones de $PM_{2.5}$ a nivel nacional en cuatro países de la región: Argentina, Brasil, Colombia y Costa Rica.

Si bien se han logrado algunos avances, relacionados con la pandemia, cuarentenas obligatorias, algunos países como Perú, Chile y Ecuador han mostrado signos de erosión en 2021 al alcanzar o incluso superar los niveles de $PM_{2.5}$ de 2019. Aumentos constantes en el uso de la quema de madera para calefacción y cocina en ciudades regionales de bajos ingresos, combinado con tasas de precipitación más bajas además de la movilización económica pos cuarentena son factores que han contribuido al aumento de este año. Sólo el 2% de la población regional, cumplió con los directrices de calidad del aire de la OMS de 2021 para $PM_{2.5}$, como se muestra en la Tabla 6.

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas ONU, el lugar más urbanizado de mundo es América, lo cual es ratificado por la CEPAL al mencionar que en los urbanismos presentes cohabitan más de 20.000 habitantes, lo cual representa una demanda de energía muy alta para la prestación de bienes y servicios, lo cual contribuye a la contaminación del aire. La falta de políticas gubernamentales en materia de transporte en general, que requieren un alto consumo de energía con baja eficiencia, así como los vertederos de basura no regulados en la ciudad que generan emisiones de metano y de partículas finas de origen aleatorio y no aleatorio son los posibles focos contaminación del aire en las ciudades.

A pesar de ser una práctica perjudicial para la salud, la práctica de quemar los cultivos sigue siendo legal y generalizada en muchos países produciendo una mala calidad del aire. Igualmente, la energía domestica representa el 12% de contaminación mundial del aire exterior por partículas finas ($PM_{2.5}$), provocando hipertensión arterial pulmonar

(HAP), principalmente por cocinar con llamas abiertas en cocinas tradicionales (OMS, 2016b).

Tabla 6.

Calidad de aire de las ciudades

Ciudades regionales más contaminadas			Ciudades Regionales Menos Contaminadas		
Clasificación	Ciudad	2021	Clasificación	Ciudad	2021
1	 Angol, Chile	47.7	1	 San German, Puerto Rico	4.1
2	 Padre las Casas, Chile	37.2	2	 Governor's Harbour, Bahamas	4.1
3	 Coyhaique, Chile	36.1	3	 Puerto Baquerizo, Ecuador	4.2
4	 San Juan de Lurigancho, Peru	34	4	 Camuy, Puerto Rico	4.3
5	 Coronel, Chile	33.3	5	 Fortaleza, Brazil	4.3
6	 Temuco, Chile	32.7	6	 Punta Arenas, Chile	4.3
7	 Lima, Peru	31.5	7	 Manati, Puerto Rico	4.4
8	 Traiguén, Chile	30.1	8	 Charlotte Amalie, U.S. Virgin Islands	4.5
9	 Metepec, Mexico	28.4	9	 Cruz Bay, U.S. Virgin Islands	4.6
10	 Nacimiento, Chile	26.2	10	 Pianco, Brazil	4.6
11	 Santiago, Chile	25.8	11	 Caguas, Puerto Rico	4.6
12	 Quilicura, Chile	25.5	12	 San Juan, Puerto Rico	4.8
13	 La Pintana, Chile	25.4	13	 Arecibo, Puerto Rico	5.1
14	 Guadalajara, Mexico	25.4	14	 Saba	5.1
15	 Rancagua, Chile	25.4	15	 Rosario, Argentina	5.3

Nota: Reporte de calidad de aire, 2021.

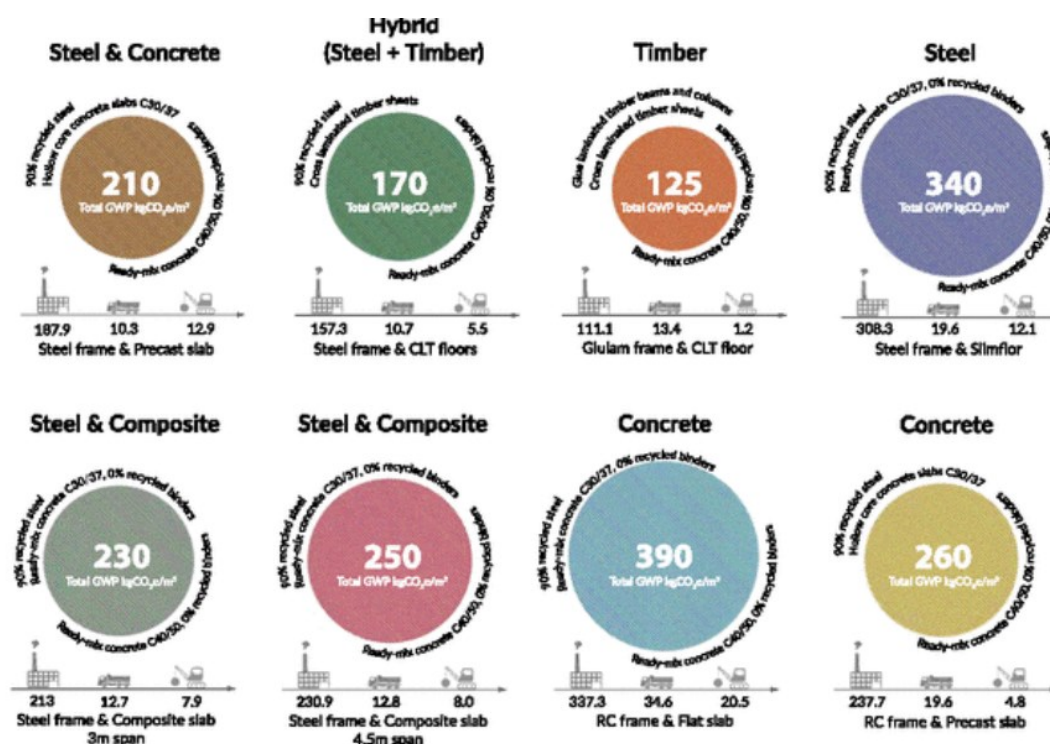
Por este motivo, reducir la contaminación no solo es un problema ambiental, sino que, de esta manera, los países pueden hacer frente a la alta morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, problemas pulmonares como cáncer, alergias, asma, entre otros, por lo que mejorando la calidad del aire se mejora la calidad de vida de la población a corto y largo plazo.

A. Indicadores frecuentes de impacto ambiental. Potencial de calentamiento global, huella de carbono, emisiones de gases de efecto invernadero son indicadores

usados para medir la cantidad de emisiones de GEI emitidas durante la realización de una actividad (Global Warming Potencial GWP). Estos impactos están directamente relacionados con el cambio climático y sirven como herramienta para la gestión de las emisiones con el propósito de hacer un uso más eficiente de los recursos y disminuir los impactos de la actividad en cuestión. Las emisiones de GEI son medidas a cada paso de la producción en términos de CO₂ equivalente (CO₂eq) y su resultado y análisis pueden servir para optimizar los procesos y materias primas como se puede apreciar en la Figura 17 sobre el análisis de un proyecto comercial donde se comparan diferentes materiales para hacer modelaciones.

Figura 17.

Potencial de Calentamiento Global – Carbono incorporado



Nota: Amy Seif Hattan, Thornton Tomasetti

B. Acidificación de la tierra y fuentes de agua (Acidification Potential AP).

Medida de compuestos ácidos (óxidos de nitrógeno y/o sulfuro) emitidos al aire que pueden caer a la tierra, contribuyendo a la acidificación de la misma y de los sistemas acuáticos afectando los ecosistemas acuáticos y terrestres, al provocar deforestaciones que influyen en las infraestructuras construidas por el hombre y en un grave daño en la salud humana.

C. Potencial de Eutrofización o Eutroficación (Eutrophication Potential EP).

Medida de emisiones de macronutrientes, nitrógeno y fósforo, que al estar presente en agua o suelo aumenta la producción de biomasa, lo que agota el oxígeno presente destruyendo el ecosistema, llevando a un ambiente de condiciones anaerobias, (sin oxígeno). Usualmente se encuentra medido como kg de nitrógeno o fosfato (PO_4).

El impacto sobre el medio ambiente se expresa en la superación de la carga crítica. La carga crítica de nitrógeno biológico es la deposición máxima de nitrógeno que no provoca la eutrofización de los ecosistemas. El índice de clasificación es el enriquecimiento de nutrientes. Un modelo característico llamado modelo causal apoya las negociaciones ambientales. El factor característico se llama potencial de eutrofización (EP) medido en equivalente de fosfato (PO_4eq).

D. Agotamiento de la capa de ozono o agotamiento del ozono estratosférico (Ozone Depletion Potential ODP). Medida en que ciertos gases, como los clorofluorocarbonos o los halógenos, pueden agotar la capa de ozono presente en la estratosfera, impidiendo que actúe como filtro de los rayos UV que llegan a la tierra y causan el aumento de las enfermedades y lesiones como el cáncer de piel humano, el daño a la producción agrícola y la degradación de los materiales interfiriendo con los ciclos naturales de los ecosistemas. Normalmente se mide en $\text{CFC}_{11\text{eq}}$, clorofluorocarbono, el cual es un hidrocarburo saturado que se obtiene al reemplazar los átomos de hidrógeno con átomos de cloro y flúor. El número 11 indica la cantidad de átomos de carbono, hidrógeno, flúor y cloro que contiene.

El índice categórico es el agotamiento de la capa de ozono en la estratosfera. Un modelo típico propuesto por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). El Potencial de Agotamiento del Ozono (ODP) se usa cuando la cantidad de ozono destruido por un químico determinado se compara con la cantidad de ozono destruido por 1 kg de CFC_{11} .

E. Formación de ozono troposférico, o formación de oxidantes fotoquímicos (Photochemical Ozone Creation Potential POCP). Es la cantidad de smog u ozono a nivel de la tierra que contamina el aire por medio de reacciones químicas entre el óxido de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles, los cuales, bajo la influencia de la radiación solar, producen ozono troposférico, resultando perjudiciales para la salud

humana, la agricultura y los ecosistemas. Usualmente se encuentran medidos como kg de NO_x , O_3 o etano.

F. Demanda primaria de energía o energía embebida o demanda de energía acumulada. La energía embebida es la energía total consumida por un material a lo largo de su ciclo de vida, considerando los procesos de extracción, fabricación, transporte y/o instalación. La energía embebida dependerá de diversos factores como:

- La eficiencia del proceso de fabricación.
- Los combustibles o fuentes de energía utilizados en la fabricación.
- Las distancias que se transportan los materiales.
- La cantidad de producto reciclado utilizado.

Asimismo, cada uno de estos factores varía según el producto, el proceso, el fabricante y la aplicación. Usualmente se encuentra medido como:

- Demanda primaria de energía por unidad funcional de material extraído (MJ/kg).
- Demanda primaria de energía por unidad funcional de material producido (MJ/kg).
- Demanda primaria de energía por unidad funcional de material transportado (MJ/kg).
- KWh por unidad funcional de material instalado.

2.6.1 Efecto invernadero natural

La distancia existente entre la Tierra y el sol permite la llegada de suficiente radiación solar para proporcionar energía calorífica al planeta, sin embargo, esto no sería suficiente para generar vida, pues sin la existencia de la atmósfera terrestre, la radiación impactaría en la superficie, pero sería reflejada nuevamente hacia el espacio.

En la atmósfera están presentes de manera natural ciertos compuestos conocidos como gases de efecto invernadero (GEI) y que son: vapor de agua, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), ozono (O_3) y clorofluorocarbonos (CFC), los cuales absorben la radiación solar, permitiendo que el calor se contenga y la temperatura promedio global se eleve hasta alcanzar 15°C . Sin el efecto invernadero la temperatura planetaria sería de -18°C (Centro Mario Molina, 2017).

A. Vapor de agua. A pesar de ser el gas de efecto invernadero de mayor potencia por su alta capacidad de absorber la radiación, también es el menos relevante, ya que su presencia en la atmósfera es muy impredecible (formación y dispersión o precipitación

de las nubes), y puede cambiar drásticamente de un momento a otro, por lo cual aún no se ha logrado determinar su verdadero impacto; no obstante, se sabe que una alta concentración de vapor de agua intensifica las tormentas y reduce la cantidad de nieve (Rosales, 2018).

B. Metano (CH_4). De manera natural se libera por descomposición anaeróbica de sustancias orgánicas (rellenos sanitarios y aguas residuales) y por la digestión del ganado, también está presente en la producción de lubricantes, gas natural, extracción de petróleo y carbón, por lo que el uso de combustibles fósiles está ligado a su emisión. Su intensidad como GEI es de 25 veces la del CO_2 , por lo cual resulta muy relevante disminuir sus emisiones (Rosales, 2018).

C. Ozono atmosférico (O_3). En la atmósfera se encuentra una capa de alta concentración de ozono atmosférico cuya función es filtrar la radiación ultravioleta proveniente del sol, reteniendo las longitudes de onda más perjudiciales para el ser humano. Si esta capa no existiera, la radiación que llega a la superficie sería más intensa, por consiguiente, aumentaría de la temperatura, y se tendría un inminente riesgo de salud por la exposición directa al sol, (Rosales, 2018).

D. Dióxido de carbono (CO_2). Todas las actividades humanas que requieren la quema de combustibles fósiles desprenden CO_2 , teniendo como consecuencia un acelerado incremento de su concentración en la atmósfera. Está demostrado que la temperatura de la Tierra durante los últimos 800 mil años ha sido proporcional a la concentración de CO_2 , la cual nunca superó las 300 ppm (Rosales, 2018).

E. Óxido nitroso (N_2O). El óxido nitroso también es un residuo de la combustión de carburantes fósiles, está presente en procesos industriales y en el uso de fertilizantes nitrogenados. Su potencial de calentamiento es 300 veces superior al del CO_2 , y además tiene impactos negativos en la atmósfera, es reactivo al entrar en contacto con el ozono y lo destruye, contribuyendo al adelgazamiento de la capa de ozono (Rosales, 2018).

F. Clorofluorocarbonos (CFC). Son compuestos artificiales antropogénicos utilizados principalmente en equipos de refrigeración, tales como las refrigeradoras o los aires acondicionados, también están presentes en los aerosoles. Sus emisiones son sumamente peligrosas, puesto que al igual que el N_2O , desintegra las moléculas de O_3 .

En las últimas décadas se han prohibido muchos productos que lo contienen, derivando así en una visible recuperación de la capa de ozono, (Rosales,2018).

A pesar de que son indispensables para la vida, los GEI deben mantenerse en un rango de concentración adecuada, ya que, si disminuyeran, la temperatura global descendería, como ocurrió en las distintas eras glaciales, mientras que una alta concentración retendría más calor, incrementaría la temperatura global y tendría un impacto directo en la modificación de los climas y de los fenómenos naturales con graves consecuencias para la biodiversidad y para la vida (Programa de Investigación del Cambio Global de EE.UU., 2009).

En la siguiente tabla se describe la influencia del calentamiento de varios GEI.

Tabla 7.

Potencial de calentamiento global de algunos gases de efecto invernadero. Basado en La Roche (2021).

Gases de Efecto Invernadero (GEI)	Potencial de Calentamiento Global (PCG)
Dióxido de Carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	21
Óxido Nitroso (N ₂ O)	310
Gases hidrofluorocarbonos	6,500
Hexafluoruros de azufre	23,900

Nota: Elaboracion propia

Aunque existen otros gases con PCG más altos, el CO₂ es el gas de efecto invernadero más prevalente, el más mencionado en las mediciones de carbono incorporado.

La unidad para medir el impacto de estos gases en una sola unidad estándar es el Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂e), la cual considera a los GEI basado en su PCG a 100 años, esto muestra una manera de comparar a las emisiones de diferentes fuentes usando una unidad de medida común, donde:

$$1 \text{ Kg } CO_{2e} = 1 \text{ Kg } CO_2$$

La unidad estándar es la Tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (TCO_{2e}). El impacto de calentamiento global de todos los GEI es medido en términos de

equivalencia al impacto del CO₂ y sus respectivos Potenciales de Calentamiento Global. El Programa para el Medio Ambiente de la Organización de Naciones Unidas propone al CO_{2e} como la métrica internacional para recolectar datos e información para:

- Reportar el desempeño climático de los edificios.
- Fundamentar políticas de desarrollo hacia la reducción de emisiones.
- Proveer un marco regulatorio.
- Establecer un sistema medible, reportable y verificable de indicadores

Se estima que las emisiones de GEI del sector de la construcción representan alrededor de un 33% de las emisiones mundiales, de acuerdo con el Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas.

La Agencia Internacional de Energía también estima que el sector de la construcción contribuye aproximadamente a un tercio del consumo energético global, emitiendo 8.1 Giga toneladas de CO_{2e} por año, estas emisiones exceden a las producidas por el transporte, por estas razones se puede apreciar que los edificios tienen un enorme potencial de mitigación de emisiones para reducir el impacto climático.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) establece que las medidas para reducir las emisiones de GEI de los edificios deben contemplar los siguientes aspectos:

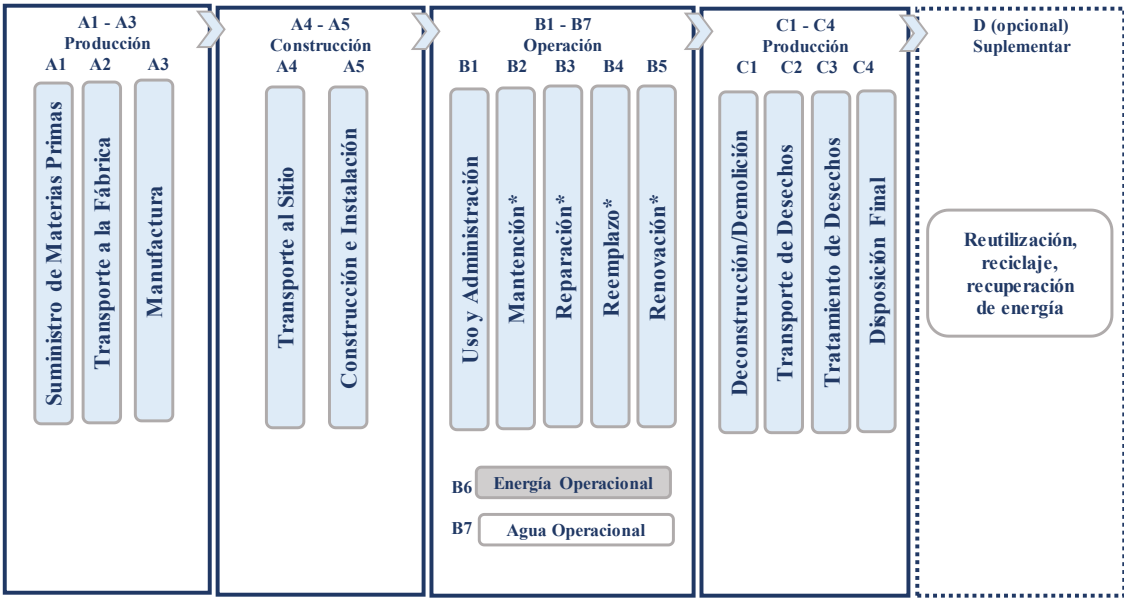
- Reducir el consumo energético y la energía contenida en los edificios.
- Cambiar a combustibles de bajas emisiones de carbono, incluyendo una mayor proporción en el uso de energías renovables.
- Control de las emisiones de GEI que no sean CO₂.
- Hoy existen muchas tecnologías comercialmente disponibles para reducir el consumo de energía, tienen beneficios colaterales, como los electrodomésticos y la iluminación, múltiples reportes indican que la eficiencia energética es la forma más costo-efectiva para reducir el consumo de energía y mitigar las emisiones de GEI.

2.6.2 Ciclo de vida de las construcciones y edificaciones

El estudio del ciclo de vida es un método que permite proporcionar la magnitud del impacto que produce un material o proceso en el medio ambiente; por lo tanto, este análisis ayuda a la industria de la construcción a identificar cuáles son las oportunidades

con que cuenta para mejorar el desempeño ambiental del edificio. (Lilla et al., 2019). El ciclo de vida toma un alcance que busca que todos los elementos y procesos que constituyen la construcción, operación y fin de vida útil del edificio, generen la menor cantidad de carbono como se muestre en la figura 18 y su relación con el carbono incorporado y el operacional como se presenta en la tabla 8.

Figura 18.
Etapas del ciclo de vida de la construcción en base a norma EN 15978



*Incluyendo producción, transporte y desecho de los materiales necesarios.

■ Etapas para el Carbono Incorporado ■ Etapas para el Carbono Operacional

Nota: Adaptado del Estado del Arte de Huella de Carbono para Edificaciones. 2da ed. Publicado por Instituto de la Construcción, 2020, Santiago de Chile

Tabla 8.

Etapas del ciclo de vida y su relación con el Carbono Incorporado y el Operacional.
Basado en Centro Tecnológico de la Construcción EBP 2021.

A	Tienen relación con el carbono asociada a los materiales, desde la extracción de materias primas hasta la puesta en los centros de distribución de los proveedores (conocido en inglés como “cradle to gate”). es la extracción del material desde su lugar de origen.
1-3	
A	Es la extracción del material desde su lugar de origen.
1	
A	Es el transporte de la materia prima extraída hasta la planta de procesamiento del material.
2	
A	Es la manufactura mixta del producto. Estos datos provienen de fuentes oficiales conocidas como declaraciones ambientales de productos (EPD por sus siglas en inglés), las cuales indican el valor de las tres etapas de forma consolidada
3	

A	4	Corresponde al transporte de los materiales hasta el sitio de construcción.
A	5	Guarda relación con el proceso constructivo in situ, la energía utilizada en las instalaciones y maquinarias, consumos de agua, etc.
B	1	Abarcan el carbono incorporado en los materiales y servicios de construcción utilizados para proteger y conservar el estado de la edificación durante su operación. El límite del sistema para la evaluación debe excluir los impactos y aspectos de los electrodomésticos, muebles y otros accesorios que no estén relacionados con el edificio en sí.
B	5	Tiene relación con la energía utilizada por los sistemas técnicos integrados en el edificio durante su operación (calefacción, suministro de agua caliente sanitaria, aire acondicionado (enfriamiento y humidificación/deshumidificación), ventilación, iluminación, energía auxiliar usada para bombas, control y automatización). El rendimiento energético de un edificio se determina sobre la base de la energía anual calculada o real que se utiliza para satisfacer las diferentes necesidades asociadas a los usos definidos.
B	6	Comienzan cuando el edificio es dado de baja y no está destinado a ningún uso posterior. Desde este punto comienza la demolición o deconstrucción, donde se puede considerar una salida de múltiples materiales, productos y elementos de construcción que deben ser descartados, recuperados, reciclados o reutilizados. El edificio se considera que ha llegado a su vida útil cuando se han retirado todos los componentes y materiales que debían eliminarse del sitio o cuando el sitio esté listo para su futura reutilización.

Bajo este contexto, surgen entonces dos conceptos relevantes, el carbono incorporado y el carbono operacional, como se muestra en la figura 19.

Figura 19.

Huella de carbono en el ciclo de vida de un edificio



Nota: Centro Tecnológico de la Construcción EBP 2021.

2.6.3 Carbono incorporado

Emisiones de carbono asociadas a la producción de materiales y procesos de construcción en todo el ciclo de vida de un edificio o infraestructura. Se divide comúnmente en carbono

incorporado en etapa inicial o de producto, carbono de etapa de funcionamiento y carbono de etapas finales. Ejemplos de fuentes de carbono incorporado son: los materiales de construcción iniciales y los utilizados en rehabilitaciones como ventanas y revestimientos, entre otros. (Normas ISO 21930 y EN 15978) (Wiche et al., 2020).

Como referencia, de acuerdo a la clasificación de materiales presentada en el reporte “Embodied Carbon Primer” del London Energy Transformation Initiative (LETI, 2020), se presenta en la tabla 9 una clasificación de la intensidad de carbono incorporado con datos extraídos de declaraciones ambientales de productos. Esta lista es una referencia que puede servir de guía para una futura aplicación de requerimientos para materiales de construcción.

Tabla 9.

Referencias en intensidad de carbono en materiales Basado en LETI (2020)

Material	Rango de intensidad de carbono	
	Baja intensidad	Alta intensidad
Hormigón	70% de sustituto de la escoria de alto horno molida para el cemento	Hormigón armado sin sustitución de cemento
	0.034 kg CO2/kg.	0.172 kg CO2/kg.
Madera	Intensidad media incluyendo el secuestro de carbono	Intensidad media incluyendo el secuestro de carbono
	0.493 kg de CO2e/kg	-1,03 kg de CO2e/kg
Ladrillo	0.213kg CO2e/kg a 0.454 kg CO2e por ladrillo estándar de 2.13kg.	
Acero	Barra de refuerzo cuna a la puerta	Barra de refuerzo reciclada
	1.99 kg de CO2e/kg	-0.79 kg de CO2e/kg
Vidrio	Vidrio, general (2,5kg de vidrio por mm. de espesor), por m2 promedio de 1,44kg CO2e/kg	

Nota: Elaboración propia

Con respecto al fin de la vida útil de los productos de la madera, cuando la madera se descarta y se deja descomponer, como cuando se deposita en vertederos, se liberan tanto CO₂ como CH₄ (metano). El CH₄ tiene un GWP 28 veces mayor que el del CO₂ según el último informe del IPCC, según lo declarado por el Greenhouse Gas Protocol. Por lo tanto, es fundamental, desde la perspectiva del carbono de toda la vida, tener en cuenta en los cálculos los impactos de la vida útil de la madera en la vida útil” (RICS, 2017).

2.6.4 Carbono operacional:

Es el carbono asociado al uso de energía durante la operación del edificio. Se piensa que el carbono operacional puede llegar a representar el 60% del impacto sobre el cambio climático durante la vida del edificio, estimada en 60 años. (Normas ISO 21930 y EN 15978) (Wiche et al., 2020). Sin embargo, en proyectos diseñados con un alto nivel de eficiencia energética el carbono operacional puede llegar a ser solo el 25% del impacto climático en todo el ciclo de vida.

Al realizar el análisis del ciclo de vida (ACV) o LCA Life Cycle Analysis de un edificio de unidades inmobiliarias se debe dividir en dos fases importantes: la fase de construcción del edificio y la fase operativa (Erlandsson y Borg, 2003). La fase de construcción incluye la extracción de materias primas y el transporte al sitio, así como la construcción en el lugar. Por otro lado, la fase de operación involucra el uso de electricidad de todos los aparatos, el uso de agua y el mantenimiento de la edificación. Estas etapas tienen diferentes periodos de duración, siendo la de operación uso y mantenimiento la más larga, dura generalmente décadas, la cual tiende a dominar los impactos ambientales por concepto de utilización de energía, aunque a medida que los edificios se vuelven cada vez más eficientes energéticamente, los impactos se desplazan hacia otras etapas, como la de la manufactura de materiales; por ello, el consumo de energía total durante el ciclo de vida de un edificio se clasifica en dos componentes principales: energía embebida y energía operacional (Dixit et al., 2012).

Un edificio genera emisiones de GEI durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas para la manufactura de materiales, pasando por el diseño, construcción, periodo de vida útil, hasta su recuperación. Las emisiones son producidas por éste, por sus interacciones con el ambiente, así como por las entradas (inputs) y salidas (outputs) del edificio, en términos de energía para operación, construcción, agua, desechos, entre otros, como se puede apreciar en el diagrama de flujo de la Figura 20. Las emisiones totales de un edificio se definen con base en la siguiente ecuación:

$$Tbe = Oe + Ce + We + Wa \quad \text{donde,}$$

Tbe = Emisiones totales de una edificación

Oe = Emisiones de operación

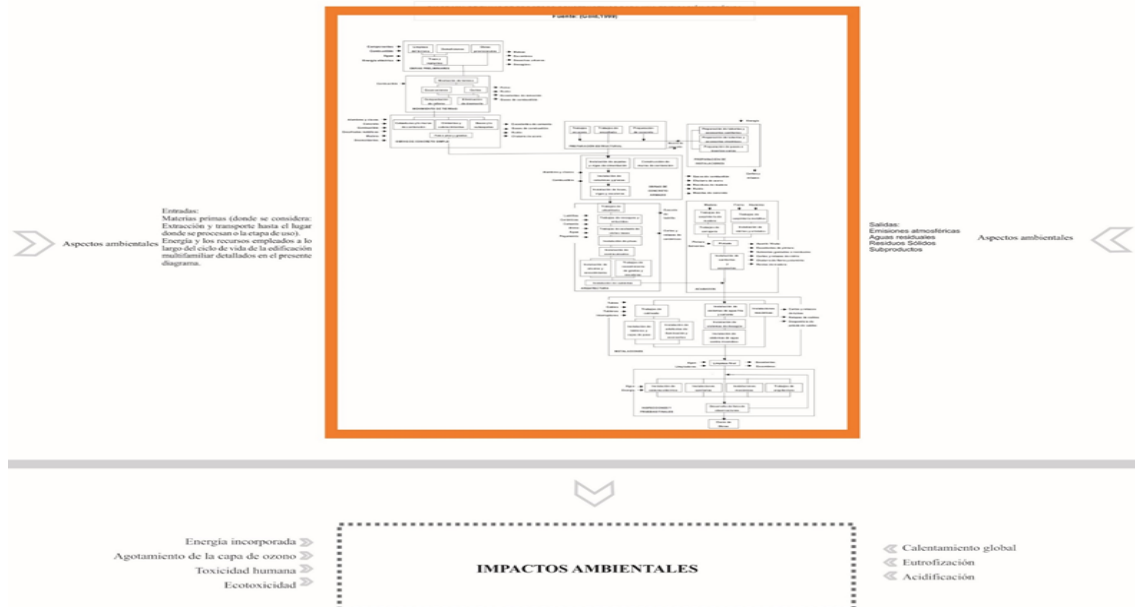
Ce = Emisiones de la construcción

We = Emisiones del agua

$W_a = \text{Emisiones de desechos}$

Figura 20.

Diagrama de procesos constructivos para una edificación multifamiliar genérica adaptada.



Nota: Gold (1999).

Para la industria de la construcción, existe la norma ASTM E1991-05 (ASTM International 1991), que especifica el desarrollo de análisis de ciclo de vida para los materiales de construcción y los productos elaborados con ellos. La importancia del ACV en la construcción de edificios permite evaluar el impacto de las decisiones iniciales de mantenimiento y costes operativos en la fase de diseño sobre el impacto real del edificio sobre el medio ambiente (Zabalza et al. 2009). ISO 14040* (1997) define LCA como un método para determinar los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados con un producto. Asimismo, establece las reglas y estructura de la LCA, enumerando las entradas y salidas del sistema correspondiente; evaluando los impactos ambientales potenciales asociados con estas entradas y salidas, e interpretando los resultados del inventario y los pasos de impacto en relación con los objetivos del estudio y la implementación de los pasos especificados (Vallejo, 2004)

A. Enfoques del análisis del ciclo de vida. Dentro de este punto se incluyen los enfoques referentes al ciclo de vida de las construcciones.

A.1 De la Cuna a la tumba. Esta frase hace referencia a que todos los productos, incluidas las edificaciones, tiene un ciclo finito de vida desde el diseño hasta la

disposición final, sin tener en cuenta la reutilización o el reciclaje de sus restos, (Hammond y Jones, 2011) como se muestra en la figura 21.

Figura 21.

De la Cuna a la Tumba



Nota: Tomado de "Qué es el análisis de ciclo de vida ACV" por TECPA, 2020.

B. De la Cuna a la Cuna. Este enunciado indica la necesidad actual de reintegrar los desechos por medio del reciclaje y reutilizarlo en los procesos de manufactura y construcción, (Hammond y Jones, 2011) como se muestra en la figura 22.

Figura 22.

De la Cuna a la Cuna

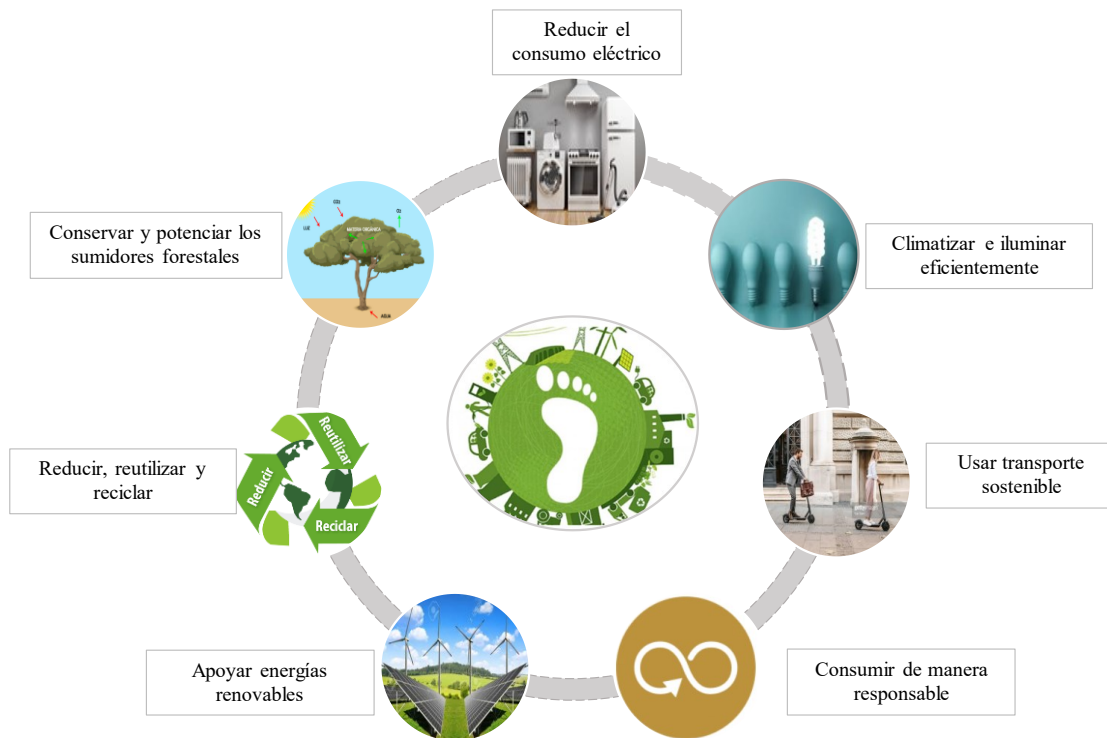


Nota: Tomado de "Qué es el análisis de ciclo de vida ACV" por TECPA, 2020.

2.7 La huella de carbono y el consumo sostenible

Figura 23.

Diseño funcional del espacio para aminorar la huella de carbono



Nota: Elaboración propia

La manera más efectiva de lograr que las personas tomen conciencia de la importancia de tener un consumo sostenible de la energía, es mostrando las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la utilización y uso de los espacios e instalaciones, lo que se conoce como visualización de CO₂. Es por medio de la huella de carbono que se puede mostrar a todos los involucrados, la cantidad de gases de efecto invernadero que emiten los edificios, los bienes y los alimentos para que puedan racionalizar su consumo y cambiar su estilo de vida al desarrollar productos con menor impacto ambiental así como considerar diseños de construcción que puedan reducir las emisiones de dióxido de carbono, a fin de lograr mayor eficiencia con un menor consumo de energía y, por ende, menos contaminante. Por lo tanto, se propone lo que se muestra en la Figura 23.

2.8 Marco Filosófico

En algunos casos, el acto de ingeniería de diseñar y construir un espacio comunal requiere una reflexión filosófica radical sobre su punto de partida, los axiomas que lo guían, las suposiciones que hace. Debe mencionarse que las condiciones actuales de vida

son muy diferentes a las de otros siglos, debido fundamentalmente a que en el siglo XX se tiene cuatro veces el poder de:

- Suprimir a la vida humana la posibilidad de permanecer en la tierra (riesgo de holocausto nuclear)
- Afectar sin poder volver a curar, grandes equilibrios que alguna vez fueron "naturales" y ahora dependen de nuestro cuidado y atención (desequilibrio ecológico global, calentamiento global, interrupciones del ciclo del carbono, agua, corrientes oceánicas, etc.).
- Estar presente en todas partes al mismo tiempo (tecnología de la comunicación, ciberespacio).
- Cambiar la naturaleza física de uno mismo y de otros seres del planeta (manipulación genética, clonación, etc.).

Estas 4 revoluciones en el modo de residir en el planeta han surgido por el impacto de descubrimientos tecno científicos muy recientes en la historia de la humanidad, (Vallaey, F. 2013).

Hoy, sin embargo, la escala de estas amenazas ha cambiado: ahora son globales, el hogar de todos los hogares: la Tierra. Este cambio no es solo cuantitativo sino también cualitativo. Introduciendo el Apocalipsis en la esfera de los deberes humanos, al tiempo que se confiscaba el máximo poder de los dioses a lo largo de los años, se imponía a la humanidad una nueva obligación moral, anteriormente reservada sólo a los dioses, el cuidado de la Gran Cosa, la existencia. del Guardián de la Tierra (Valle, 2013).

En cuanto al hecho de que por primera vez en la historia humana hemos degradado lo suficiente el medio ambiente, tenemos el poder de manipular sus procesos básicos y su equilibrio, de modo que el suelo del planeta Tierra aparece como algo frágil, una entidad sensible bajo nuestro cuidado, no como un depósito gigante para nuestra frágil vida. Ahora todo se ha puesto de cabeza: nosotros (los hijos de la tierra) somos fuertes y ella (nuestra madre) se encuentra débil. Crecieron sus hijos y ella envejeció; en vez de ella cuidarnos, somos nosotros que debemos cuidarla a ella.

Por supuesto, el futuro tanto de la sociedad como de la naturaleza se convierte en nuestra responsabilidad, y el "desarrollo sostenible" se convierte en una cuestión ética central. Más aún, el abismo entre las leyes de la Naturaleza (Física) y las leyes de la

Sociedad (Nomos) está desapareciendo. De esta forma, todo el tema de la ética cambia de enfoque y renueva su temática, que como se puede apreciar en la declaración internacional “Carta de la Tierra”, la cual es sin duda el mejor ejemplo de un enfoque ético. al describir su objetivo de "crear una comunidad global sostenible"

El “desarrollo sostenible” no debe reducirse a cuestiones ambientales (protección de la “naturaleza”), sino que debe entenderse de manera holística, como preocupación por la continuidad de la libertad humana en la modernidad, la justicia intergeneracional, con respeto a la autonomía y la dignidad. de las generaciones sucesivas y respetando el esfuerzo ético de las generaciones anteriores (Valleys, 2013).

El rol de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la arquitectura es primordial para construir un mundo sostenible y para proporcionar elementos que aporten valor y que se sumen a las metas de los objetivos de desarrollo sostenible.

La posibilidad de crear un mundo sostenible existe, y solamente será posible siempre que estemos dispuestos a dejar esa burbuja de confort que nos mantiene aislados del resto y nos anime a participar en la construcción de una conciencia colectiva que permita la creación de una política que se encuentre a favor de una vida ecológica que termine con la destrucción insensible; que no permita la explotación de los recursos de una manera indiscriminada y salvaje; que tenga la mirada puesta en el ahora y que garantice las condiciones para el desarrollo sostenible (Hessel, 2011).

De acuerdo al párrafo anterior, vale la pena recordar el famoso verso de Paul Eluard: “Otro mundo es posible, pero está en este mundo” o como indicó Spinoza en the Deep Ecology Movement (1991), ¿Acaso los seres humanos poseen más derechos que los otros seres que no lo son? Y de ser así ¿Cuánto más derechos tienen sobre los otros seres?

Es lógico pensar que todos los seres vivos tienen el mismo derecho a la vida, por lo que se debe garantizar la persistencia de un mundo como en el que vivimos tan rico y variado en formas de vida, en donde la preferencia por el vivir y dejar vivir provea de un espíritu de ética y tolerancia y es por ello que esta investigación se enfoca en determinar la relación de la huella energética con la calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima.

2.9 Marco Conceptual

Huella energética. “Es la evaluación del consumo energético relacionado con un producto, organización o territorio definido, dentro de unos límites espaciales y temporales específicos. En la mayoría de las metodologías, esto se calcula desde un punto de vista del ciclo de vida”.

Calidad de vida. “La calidad de vida es el resultado de una interacción constante entre los factores económicos, sociales, necesidades individuales, libertad emocional, entornos ecológicos, condiciones de salud – enfermedad ya sea en forma individual y social”.

Calidad del aire interior. “Naturaleza del aire dentro de espacios que afecta la salud y el bienestar de los usuarios del edificio. Se considera aceptable cuando no hay contaminantes y al menos el 80% de los usuarios no expresan descontento”.

Calidad del ambiente interior. “Condiciones dentro de un edificio, y su impacto sobre los ocupantes o residentes”.

Confort térmico. “Condición de la mente que expresa satisfacción con el entorno térmico y se evalúa mediante una evaluación subjetiva”.

Consumo de energía primaria. “Es la energía consumida en la obtención de materias primas, fabricación, distribución uso y fin de vida del elemento analizado”.

Edificio energía cero (Net Zero Energy Building). “El edificio debe producir y almacenar suficiente energía, a través de fuentes renovables en sitio, para satisfacer sus propias necesidades de electricidad, aire acondicionado, calefacción, refrigeración y ventilación. Dentro de esta evaluación, la compra de bonos verdes o similares quedan descalificados para obtener la certificación”.

Eficiencia energética. “Reducción del uso de energía al realizar la misma cantidad de trabajo que la línea base”.

Energía alternativa. “Son fuentes de energía que no implican el uso de combustibles fósiles, como carbón, gas y/o petróleo, sino que proviene en su mayoría de fuentes renovables. Entre ellas se encuentran la energía solar y eólica, entre otras tecnologías de energía alternativa”.

Envolvente. “Superficie exterior de un edificio, que incluye muros, ventanas, techo y piso; conocido también como carcasa del edificio”.

Estándar de calidad de aire. “Es el nivel de contaminantes indicado por reglamento, que no se debe superar en una zona determinada en un periodo específico”.

Gases invernadero (GHG). “Gases que atrapan el calor en la atmósfera. Ejemplos incluyen dióxido de carbono, metano y clorofluorocarburos (CFC’s)”.

Ruido. “El ruido es definido como un sonido no deseado y que causa molestia, siendo un tipo de vibración que puede conducirse a través de sólidos, líquidos o gases”.

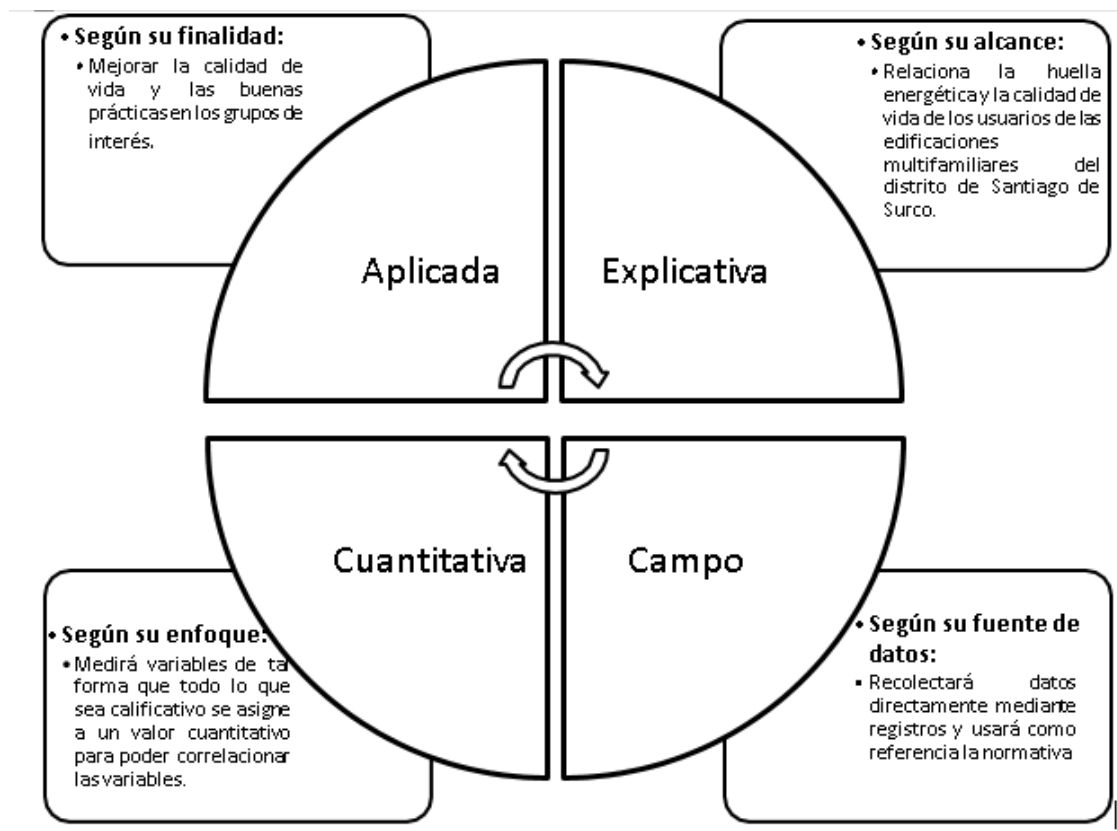
CAPITULO 3

3 MÉTODO

3.1 Tipo de Investigación

Figura 24.

Descripción del tipo de investigación según su finalidad, enfoque, fuente de datos y alcance.



Nota: Elaboración propia

3.2 Población y Muestra

Población

La población en esta investigación la constituyen las edificaciones multifamiliares (EM) de los proyectos A y B ubicados en los sectores 34 y 41 respectivamente del distrito de Santiago de Surco.

Para la selección de las EM se consideraron los siguientes criterios: i) altura, $\geq$ a 6 pisos, ii) área de unidades inmobiliarias dentro del rango de 60 a 140 m², iii) distribución del departamento: sala, cocina, dormitorio principal, 3 y/o 2 dormitorios secundarios, baño principal, dos baños, un baño de visita y lavandería, iv) tipo de edificación, aporricada y/o ductilidad limitada.

Muestra

El tipo de la muestra no depende de las probabilidades ni ha sido elegido al azar, por lo que es del tipo No probabilístico escogido por las características de la investigación y por la decisión del investigador, así como de los participantes que deseen colaborar y el tipo de muestra no probabilística es homogénea ya que se identificaron EM bajo similar perfil.

Para la investigación se ha usado una encuesta validada por expertos, la cual fue aplicada a 95 usuarios finales de los proyectos A y B del sector 34 y 41 respectivamente del distrito de Santiago de Surco.

3.3 Operacionalización de Variables

En la Tabla 10 se muestra la operacionalización de las variables Huella energética Calidad de vida, con sus definiciones, dimensiones e indicadores.

Tabla 10.

Operacionalización de la variable

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Escala de medidas
Variable independiente Huella Energética	Es la evaluación del consumo energético relacionado con un producto, organización o territorio definido, dentro de unos límites espaciales y temporales específicos.	En la mayoría de las metodologías, la huella energética se calcula desde un punto de vista del ciclo de vida: energía embebida en los materiales, en los procesos constructivos, en el uso y en	Energía	KWh	1	Ordinal

la demolición.

Variable dependiente	La calidad de vida es el resultado de una interacción constante entre los factores económicos, sociales, necesidades individuales, libertad emocional, entornos ecológicos, condiciones de salud – enfermedad ya sea en forma individual y social	La calidad de vida se deberá de medir con los parámetros de salud, educación y nivel socio económico.	Confort	Cant. Lx °C Cant Db Per cápita	2-4 5-7
Calidad de vida			Estilo de Vida	Nivel de educación	

Nota: Elaboración propia

3.4 Instrumentos

Se elaboraron matrices de datos a partir del consumo energético, considerando los diferentes electrodomésticos y valores promedios de potencia eléctrica, accesorios más usados en iluminación y de equipos adicionales en edificaciones multifamiliares y los resultados del cuestionario aplicado en el formulario google forms cuyo link es: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSebqTvxp0QvqahoXdLMfmcXKOqDXLqISa TI2RGhNJsv iCwQ/viewform> (ANEXO 3)

Este cuestionario fue realizado para conocer en qué medida eran utilizados los equipos electrodomésticos en las edificaciones encuestadas y establecer el consumo de KW utilizados.

3.5 Procedimientos

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se revisó declaraciones ambientales a fin de conocer como se viene trabajando en el sector a nivel global para retroalimentar y reducir el impacto ambiental de los materiales de construcción de las edificaciones multifamiliares; el marco normativo de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, así como la Política Ambiental Metropolitano y la Promoción de Edificaciones sostenibles en Zonas Residenciales con la finalidad de determinar la relación de la huella

energética con la calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima, para la mejora de los estándares de calidad de vida y bienestar, considerando como indicadores los aspectos relacionados a salud, vivienda, recreación y seguridad. (Thorsby, 1993).

Se estructuró la matriz de consistencia (ANEXO 4) y operacionalización (Tabla 10) a fin de determinar el i) problema general y los específicos, ii) objetivos generales y específicos, iii) hipótesis general y específicas, iv) variables dependientes e independientes, v) dimensiones y los vi) indicadores que nos servirán de insumo para el desarrollo de la investigación.

Se recolectaron todos los datos mediante los formularios y encuestas en las aplicaciones de google forms. El análisis estadístico de la varianza, diferenciación de las medias y correlaciones se hicieron en SPSS y finalmente las redes se graficaron en cytoscape, adicionalmente, se explicaron los factores más relevantes que inciden en la relación de la huella energética con la calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima.

3.6 Análisis de Datos cuantitativos

Para el análisis de los datos obtenidos en la encuesta estructurada realizada a los usuarios de las edificaciones A y B, se procedió a tabular las respuestas de los usuarios en hojas de Excel (ANEXO 5 y 6) para el cálculo de los valores de las variables a contrastar como lo son el consumo de KW por uso de iluminación artificial, por electrodomésticos, por artefactos de climatización en los meses de invierno y verano, y consumo aproximado de KW en las áreas comunes. Estos resultados se presentaron en las matrices de datos correspondientes a los conceptos de: i) energía, ii) confort y iii) estilos de vida. Posteriormente se realizó el estudio de los resultados mediante el SPSS para el estudio de las medias y correlación de las variables.

Tabla 11.

Matriz de electrodomésticos usados diariamente y valores promedios de potencia eléctrica edificación tipo A

Artefactos eléctricos que usa normalmente	Potencia Nominal Watts (W)	Cantidad Unidades	Horas promedio de uso diario Horas/día	KW por equipos en general
Refrigeradora	350	65	24,00	546,00
Cocina eléctrica	3000	16	0,50	24,00
Horno eléctrico	2200	14	0,25	7,70
Campana extractora	165	58	0,50	4,79
Horno microondas	1100	47	0,25	12,93
Licuada	300	63	0,50	9,45
Batidora	200	27	0,25	1,35
Olla arrocera	1000	39	0,25	9,75
Wafiera	700	29	0,25	5,08
Cafetera	800	36	0,50	14,40
Hervidora eléctrica	650	13	0,25	2,11
Picatodo	400	26	0,25	2,60
Tostadora	750	53	0,10	3,98
Total		486	27,85	644,12

Nota: Elaboración Propia adaptada de Osinergmin

Tabla 12.

Matriz de electrodomésticos usados diariamente y valores promedios de potencia eléctrica edificación tipo B

Artefactos eléctricos que usa normalmente	Potencia Nominal Watts (W)	Cantidad Unidades	Horas promedio de uso diario Horas/día	KW por equipos en general
Refrigeradora	350	30	24,00	252,00
Cocina eléctrica	3000	14	0,50	21,00
Horno eléctrico	2200	11	0,25	6,05
Campana extractora	165	26	0,50	2,15
Horno microondas	1100	26	0,25	7,15
Licuada	300	31	0,50	4,65
Batidora	200	22	0,25	1,10
Olla arrocera	1000	21	0,25	5,25
Wafiera	700	15	0,25	2,63
Cafetera	800	20	0,50	8,00
Hervidora eléctrica	650	12	0,25	1,95
Picatodo	400	17	0,25	1,70
Tostadora	750	24	0,10	1,80
Total		269	27,85	315,42

Nota: Elaboración Propia

Tabla 13.

Matriz de electrodomésticos usados a veces y valores promedios de potencia eléctrica edificación tipo A

Artefactos eléctricos que usa normalmente	Potencia Nominal Watts (W)	Cantidad Unidades	Horas promedio de uso diario Horas/día	Cant KW por equipos en general
TV 14	80	19	3,00	4,56
TV20	100	60	3,00	18,00
TV 29	175	37	3,00	19,43
Equipo de sonido	80	40	1,00	3,20
impresora	400	55	0,25	5,50
Parrillas eléctricas	1400	7	0,25	2,45
termas eléctricas	1500	26	1,00	39,00
Total		244	11,50	92,14

Nota: Elaboración Propia

Tabla 14.

Matriz de electrodomésticos usados a veces y valores promedios de potencia eléctrica edificación tipo B

Artefactos eléctricos que usa normalmente	Potencia Nominal Watts (W)	Cantidad Unidades	Horas promedio de uso diario Horas/día	Cant KW por equipos en general
TV 14	80	3	3,00	0,72
TV20	100	29	3,00	8,70
TV 29	175	24	3,00	12,60
Equipo de sonido	80	25	1,00	2,00
impresora	400	30	0,25	3,00
Parrillas eléctricas	1400	5	0,25	1,75
termas eléctricas	1500	15	1,00	22,50
Total		131	11,50	51,27

Nota: Elaboración Propia

Tabla 15.

Matriz de equipos eléctricos usados semanalmente y valores promedios de potencia eléctrica edificación tipo A

Uso de artefactos eléctricos usados semanalmente	Potencia Nominal Watts (W)	Cantidad Unidades	Hora promedio semanal	Cant KW por equipos en general
Lavadora	500	62	4,00	124,00
Secadora	2500	23	4,00	230,00
Plancha eléctrica	1000	44	4,00	176,00
Secadora de cabello	1200	40	2,00	96,00
Aspiradora	600	19	0,30	3,42
Pulidora	300	6	0,30	0,54
Ducha eléctrica	4500	20	0,50	45,00
Total		214	15,10	674,96

Nota: Elaboración Propia

Tabla 16.

Matriz de equipos eléctricos usados semanalmente y valores promedios de potencia eléctrica edificación tipo B

Uso de artefactos eléctricos usados semanalmente	Potencia Nominal Watts (W)	Cantidad Unidades	Hora promedio semanal	Cant KW por equipos en general
Lavadora	500	26	4,00	52,00
Secadora	2500	17	4,00	170,00
Plancha eléctrica	1000	20	4,00	80,00
Secadora de cabello	1200	26	2,00	62,40
Aspiradora	600	11	0,30	1,98
Pulidora	300	2	0,30	0,18
Ducha eléctrica	4500	7	0,50	15,75
Total		109	15,10	382,31

Nota: Elaboración Propia

Tabla 17.

Matriz de equipos de climatización para temporada y valores promedios de potencia eléctrica edificación tipo A

Uso de artefactos eléctricos usados por tres meses al año	Potencia Nominal Watts (W)	Cantidad Unidades	Hora promedio diario	KW por equipos en general
Ventilador	850	10	3,00	25,50
Estufa eléctrica	1500	34	3,00	153,00
Total		44	6,00	178,5

Nota: Elaboración Propia

Tabla 18.

Matriz de equipos de climatización para temporada y valores promedios de potencia eléctrica edificación tipo B

Uso de artefactos eléctricos usados por tres meses al año	Potencia Nominal Watts (W)	Cantidad Unidades	Hora promedio diario	Cant KW por equipos en general
Ventilador	850	16	3,00	40,80
Estufa eléctrica	1500	18	3,00	81,00
Total		34	6,00	121,80

Nota: Elaboración Propia

Tabla 19.

Matriz de equipos de computación usados diariamente y valores promedios de potencia eléctrica edificación A.

Equipos Computarizados Usados Diariamente	Potencia Nominal Watts (W)	Total Horas/Mes	Total KW / Mes
Laptop	300	2,716,00	814,80

Nota: Elaboración Propia

Tabla 20.

Matriz de equipos de computación usados diariamente y valores promedios de potencia eléctrica edificación B

Equipos Computarizados Usados Diariamente	Potencia Nominal Watts (W)	Total Horas/Mes	Total KW / Mes
Laptop	300	316,00	394,80

Nota: Elaboración Propia

Tabla 21.

Matriz de horas de iluminación artificial usados diariamente y valores promedios de potencia eléctrica edificación tipo A

Equipos	Potencia nominal/KW	horas/ día	Consumo KW/día	Total KW / mes
Horas/día				
Focos Ahorradores	0,020	488,00	9,76	292,80
Focos LEDS	0,016	780,00	12,48	374,40
Total		1.268,00	22,24	667,20

Nota: Elaboración Propia

Tabla 22.

Matriz de horas de iluminación artificial usados diariamente y valores promedios de potencia eléctrica edificación tipo B

Equipos	Potencia nominal/KW	horas/ día	Consumo KW/día	total KW / mes
Horas/día				
Focos Ahorradores	0,020	100,00	2,00	60,00
Focos LEDS	0,016	477,00	7,63	228,96
Total		577,00	9,63	288,96

Nota: Elaboración Propia

Tabla 23.

Matriz Consumo de energía departamentos edificación encuestada Tipo A

EQUIPOS	Gasto de KW	KW/mes	Precio KW en soles	S/ Mensual	Consumo KW Anual	Consumo soles anual
Electrodomésticos de uso diario (x día)	644,12	19.323,68	0,63	12.241,55	231.884,10	146.898,58
Electrodomésticos de uso semanal	92,14	368,56	0,63	233,45	4.422,72	2.801,79
Equipos ocasionales (horas x semana)	674,96	2.699,84	0,63	1.710,35	32.398,08	20.524,18
Equipo ocasional Ventilador usado 3 meses x año (x día)	25,50	765,00	0,63	484,63	2.295,00	1.453,88
Equipo ocasional Calefactor usado 3 meses x año (x día)	153,00	4.590,00	0,63	2.907,77	13.770,00	8.721,92
Computadora (horas al mes)		814,80	0,63	516,09	9.777,60	6.193,13
Gasto de focos por departamentos (Horas al día)	22,24	667,20	0,63	422,60	8.006,40	5.071,25
Total KW 65 unidades inmobiliarias Edificación Tipo A		29.229,08		18.516,43	302.553,90	191.664,74

Nota: Elaboración Propia

Tabla 24.

Matriz Consumo de energía Áreas comunes edificación encuestada Tipo A

EQUIPOS	Gasto de KW	KW/mes	Precio KW en soles	S/ Mensual	Consumo KW Anual	Consumo soles anual
Gasto de energía por focos Edificio A	27,36	820,80	0,63	519,89	9.849,60	6.238,74
Equipo eléctrico edificio A					41.944,00	26.571,52
					51.793,60	32.810,26

Nota: Elaboración Propia

Tabla 25.

Matriz Consumo de energía departamentos edificación encuestada Tipo B

EQUIPOS	Gasto de KW	KW/mes	Precio KW en soles	S/ Mensual	Consumo KW Anual	Consumo soles anual
Electrodomésticos de uso diario (x día)	315,42	9.462,60	0,63	5.994,56	113.551,20	71.934,69
Electrodomésticos de uso semanal	51,27	205,08	0,63	129,92	2.460,96	1.559,02
Equipos ocasionales (horas x semana)	382,31	1529,24	0,63	968,77	18350,88	11625,282
Equipo ocasional Ventilador usado 3 meses x año (x día)	40,80	1.224,00	0,63	775,40	3.672,00	2.326,21
Equipo ocasional Calefactor usado 3 meses x año (x día)	81,00	2.430,00	0,63	1.539,41	7.290,00	4.618,22
Computadora (horas al mes)		394,80	0,63	250,11	4.737,60	3.001,27
Gasto de focos por departamentos (Horas al día)	9,63	288,96	0,63	183,06	3.467,52	2.196,67
Total KW 30 unidades inmobiliarias Edificación Tipo B		15.534,68			153.530,16	97.261,36

Nota: Elaboración Propia

Tabla 26.

Matriz Consumo de energía áreas comunes edificación encuestada Tipo B

EQUIPOS	Gasto de KW	KW/mes	Precio KW en soles	S/ MENSUAL	Consumo KW ANUAL	Consumo soles anual
Gasto de energía por focos Edificio B	29,44	883,20	0,63	559,42	10.598,40	6.713,03
Equipo eléctrico edificio B					41.944,00	26.571,52
					52.542,40	33.284,55

Nota: Elaboración Propia

Tabla 27.

Matriz de luces en áreas comunes de edificios multifamiliares Tipo A

Residencia Tipo A: Luces	Cantidad unidad	Potencia nominal/KW	horas/ día	Consumo KW/día	total KW / mes
Jardín interior – exterior	17	0,016	12,00	3,26	97,92
Pasadizos	24	0,016	12,00	4,61	138,24
Sótano	36	0,016	24,00	13,82	414,72
Sala de recepción	5	0,016	6,00	0,48	14,40

Gimnasio	3	0,016	4,00	0,19	5,76
Sala de cine	2	0,016	4,00	0,13	3,84
Sala de máquina	4	0,016	4,00	0,26	7,68
Escaleras x piso	24	0,016	12,00	4,61	138,24
Total	115		78,00	27,36	820,80

Nota: Elaboración Propia

Tabla 28.

Matriz de iluminación en áreas comunes de edificios multifamiliares Tipo B

Residencia Tipo A: Luces	Cantidad unidad	Potencia nominal/KW	horas/ día	Consumo KW/día	total KW / mes
Jardín interior – exterior	26	0,016	12,00	4,99	149,76
Pasadizos	24	0,016	12,00	4,61	138,24
Sótano	36	0,016	24,00	13,82	414,72
Sala de recepción	6	0,016	6,00	0,58	17,28
Gimnasio	3	0,016	4,00	0,19	5,76
Piscina	6	0,016	4,00	0,38	11,52
Sala de máquina	4	0,016	4,00	0,26	7,68
Escaleras x piso	24	0,016	12,00	4,61	138,24
Total	129		78,00	29,44	883,20

Nota: Elaboración Propia

Tabla 29.

Matriz de equipos electrónicos en áreas comunes de edificios multifamiliares Tipo A

RESIDENCIA TIPO A	Cantidad unidad	Potencia nominal/ KW	Consumo KW/mes	Precio KW en soles	Total KW/año x unidades	Cant	total KW /año	S/ anual
Ascensores Thyssen Krupp(A) (KW por 14 año)					800,00	14,00	11.200,0 0	7.095,2 0
Electrobombas (activa cada 15 minutos)	1	5,60	672,00	0,63	8.064,00	1,00	8.064,00	5.108,5 4
Extractores de humo estacionamiento (3)	1	3,75	675,00		8.100,00	1,00	8.100,00	5.131,3 5
Bomba de piscina	1	1,12	403,20		4.838,40	1,00	4.838,40	3.065,1 3
Área vigilancia: Intercomunicadores Cámaras de seguridad Motor eléctrico de puerta de garaje	1	2,00	24,00		8.640,00	1,00	8.640,00	5.473,4 4
							40.842,4 0	25.873, 66

Nota: Elaboración Propia

Tabla 30.

Matriz de equipos electrónicos en áreas comunes de edificios multifamiliares Tipo B

RESIDENCIA TIPO B	Cantidad unidad	Potencia nominal /KW	Consumo KW/mes	Precio KW en soles	Total KW/año x unidades	Cant	total KW /año	S/ anual
Ascensores Schindler (prom. 5 horas al día)	14				800,00	14	11.200,00	7.095,20
Electrobombas (activa cada 15 minutos)	1	5,60	672,00	0,63	8.064,00	1	8.064,00	5.108,54
Extractores de humo estacionamiento (3)	1	3,75	675,00		8.100,00	1	8.100,00	5.131,35
Bomba de piscina	1	1,12	403,20		4.838,40	1	4.838,40	3.065,13
Área vigilancia:	1	2,00	24,00		8.640,00	1	8.640,00	5.473,44
Intercomunicadores Cámaras de seguridad Motor eléctrico de puerta de garaje							40.842,40	25.873,66

Nota: Elaboración Propia

Para el cálculo de la cantidad de Kg de CO₂ que se producen por los KW utilizados por los departamentos durante un año, se elaboró la tabla de conversión que convierte los KW a CO₂ de acuerdo a la fórmula utilizada por la organización EPA del factor de emisión:

$$1,562.4 \text{ lb CO}_2/\text{MWh} \times (4.536 \times 10^{-4} \text{ toneladas métricas/lb}) \times 0.001 \text{ MWh/KWh} \\ = 7.09 \times 10^{-4} \text{ toneladas métricas de CO}_2/\text{KWh}.$$

Con los resultados de la encuesta se calcula la Huella de Carbono en los desarrollos inmobiliarios A y B

Para el cálculo de la huella de carbono de los dos desarrollos inmobiliarios evaluados, se necesitará realizar un promedio del gasto total generado por cada uno, partiendo de los resultados de la encuesta.

Al realizar la encuesta se generaron datos por la cantidad total de las unidades inmobiliarias encuestadas

Tabla 31.

Promedio de consumo de KW por unidades inmobiliarias

Ubicación	Consumo KW/año	Total Departamentos encuestados	KW promedio.
-----------	----------------	------------------------------------	--------------

Torre A	328.464,78	65	5.053,30
Torre B	172.361,40	30	5.745,38
	500.826,18	95	10.798,68

Nota: Elaboración propia

Los desarrollos inmobiliarios presentan 224 departamentos en el Tipo A y 156 departamentos en el Tipo B, para lo cual se realiza un cálculo promedio referencial el cuál sería el consumo de KW por año en cada uno.

Tabla 32.

Consumo de KW por total de departamentos

Ubicación	Promedio	Total Departamento	KW total / departamentos
Torre A	5.053,30	224	1.131.940,16
Torre B	5.745,38	120	689.445,60
			1.821.385,76

Nota: Elaboración propia

Adicionalmente de la energía de los departamentos, las áreas comunes de cada uno de los desarrollos inmobiliarios generan consumo energético por las bombas de agua, ascensores, focos en pasillos, portones, entre otros espacios que conforman estas.

De acuerdo a los resultados, el valor de ese gasto en común es el siguiente:

Tabla 33.

Consumo de KW total por desarrollo inmobiliario

Ubicación	KW Total de departamentos	KW áreas comunes	KW total Desarrollo inmobiliario
Torre A	1.131.940,16	51.793,60	1.183.733,76
Torre B	689.445,60	52.542,40	741.988,00
	1.821.384,80		1.925.721,76

Nota: Elaboración propia

Teniendo el promedio del consumo de KW durante un año para los desarrollos inmobiliarios A y B, se realiza el cálculo de la cantidad de Kg de CO₂ que se producen utilizando igualmente la tabla de conversión de KW a CO₂ de acuerdo a la fórmula utilizada por la organización EPA del factor de emisión

$$1,562.4 \text{ lb CO}_2/\text{MWh} \times (4.536 \times 10^{-4} \text{ toneladas métricas/lb}) \times 0.001 \text{ MWh/KWh} = 7.09 \times 10^{-4} \text{ toneladas métricas de CO}_2/\text{KWh}.$$

Los resultados arrojaron una emisión anual de 548.638, 38 Kg CO₂ para el desarrollo inmobiliario A, mientras que en el Desarrollo inmobiliario B, la emisión fue de 343.897,51 kg CO₂ al año. El total generado por ambos en un año fue de 892.535,89 Kg CO₂ por el total de 1.925.721,76 KW utilizados en aparatos eléctricos. El cálculo de este resultado se encuentra igualmente en el ANEXO 7

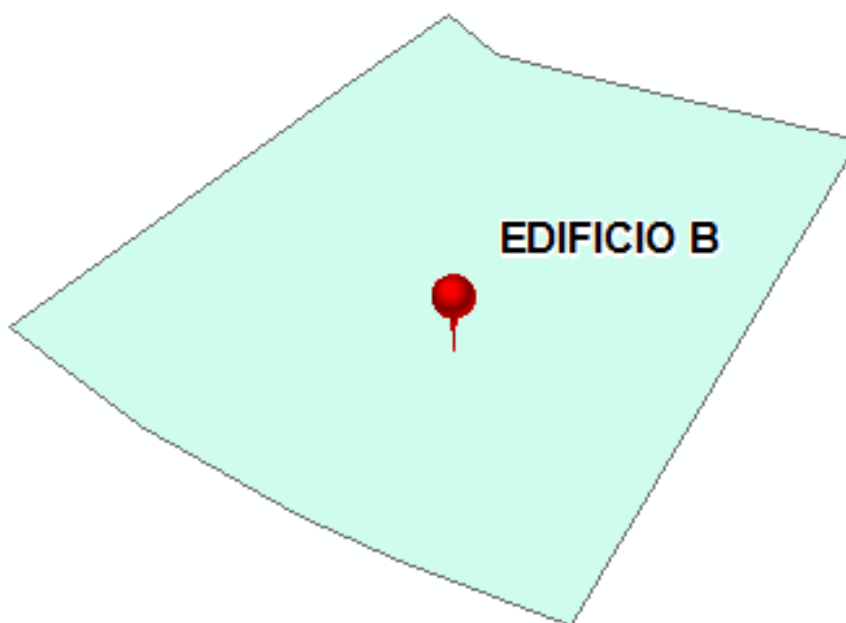
3.7 Análisis cualitativo

3.7.1 Identificación geográfica

El proceso de información geográfica comenzó identificando la información más importante para los fines del proyecto, las que comprendieron variables que permitieran conocer las condiciones climáticas locales cercanas a los proyectos de evaluación, empleando la información brindada por SENAMHI y la norma E020 del RNE, así como la zonificación de uso de suelo a la cual corresponden los edificios de los proyectos A y B considerados en la investigación según la ordenanza N°620 Municipalidad Metropolitana de Lima (MML). En el ANEXO 8 se pueden observar los parámetros climáticos de la ciudad de Lima

Figura 25.

Coordenadas Edificio



Nota: Elaboración Propia

El inicio del procesamiento de la información geográfica comenzó empleando las vistas satelitales georreferenciadas con el sistema de coordenadas UTM Datum WGS84 zona 18, obtenidas de la fotogrametría realizada en la zona, a partir de la cual se generaron polígonos representativos de las edificaciones para obtener el centroide del polígono como se muestra en la Figura 25, cuya49s coordenadas son representativas para ambos casos de las edificaciones.

Posteriormente se procedió a delimitar el área del distrito en el que se encontraban las estructuras (Santiago de Surco), pasando a ser considerada como el área de interés para obtener la información geográfica de diferentes bases de datos.

A. Manejo de información ambiental. Para el proyecto B se consideró las variaciones de la velocidad del viento a 10 m, la temperatura promedio y su proyección al año 2030, así como la energía solar y los principales agentes contaminantes que pudieran afectar a las personas. Para lo cual se empleó la base de datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y la Norma E020 de Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), georreferenciado los mapas publicados por la entidad con al menos 04 puntos, usando coordenadas proyectadas UTM y generando polígonos en shapes con los valores asociados en el mapa.

Asimismo, se procedió a revisar la base de datos de calidad de aire del SENAMHI, las cuales muestran estaciones que monitorean la calidad del aire en Lima metropolitana. Específicamente se emplearon 04 estaciones de monitoreo para la obtención de datos, cuyas ubicaciones pueden apreciarse en la tabla 34, las cuales guardan información diaria de varios parámetros de la calidad de aire. Para el proyecto se emplearon las variables (PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂), de las cuales se obtuvo los valores registrados dentro del periodo del 15 de marzo de 2021 al 15 de marzo de 2022.

Tabla 34.

Coordenadas de Provincias.

NOMBRE	ESTE	NORTE
Villa María Del Triunfo	291083.7	8654309.4
Campo De Marte	277592.3	8664816.1
San Borja	281491.9	8660604.1
Santa Anita	285385.5	8667918.4

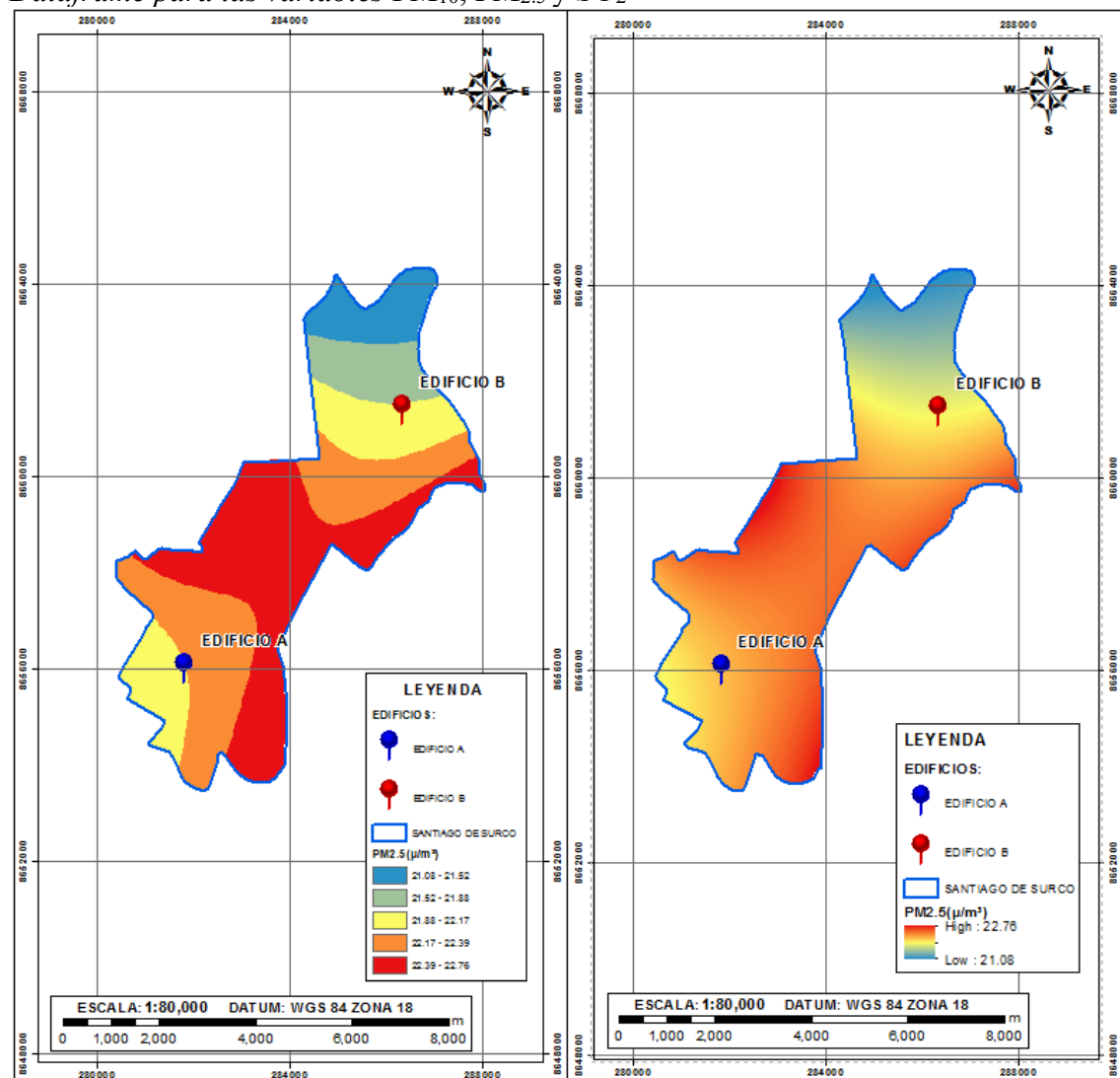
Nota: Elaboración Propia

Una vez formulada la base de datos de los registros en el periodo seleccionado, se procedió a promediar los registros con los que se contaban para obtener valores promedio que puedan servir para realizar interpolaciones empleando métodos geo estadísticos.

Los métodos de interpolación considerados para las variables de calidad de aire fueron, el método IDW (Distancia Inversa Ponderada) el cual considera la significancia de los puntos empleados en la interpolación, basándose en la distancia desde el punto de referencia empleado, porque es uno de los métodos de interpolación más acordes a los datos de entrada y el método Kriging , el cual realiza inferencias espaciales, permitiendo estimar valores en zonas en las cuales no se posee información, utilizando un estimador lineal con una pequeña varianza.

Figura 26.

Dataframe para las variables PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂



Nota: Elaboración Propia

Posteriormente fueron comparados los resultados de los métodos de interpolación y se escogió aquel que presentó valores más cercanos a los de entrada y que permitieran extender la información a toda la zona de interés del proyecto.

Finalmente, una vez seleccionado el método de interpolación a emplear, se presentó la información de dos maneras, siendo la primera una vista con intervalos clasificados en forma de histograma, a los cuales se le asociaron una sola coloración y de la forma de renderizado extendida, en la que las coloraciones son progresivas y responden a una barra de colores que emplea unas tonalidades que aumentan según el valor.

Ambas vistas se pueden apreciar cada una en un dataframe para las variables PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 . Pudiendo apreciarse también en la Figura 26 que muestra el método de histogramas al lado izquierdo y el método de coloración gradual de colores al lado derecho.

B. Manejo de información de zonificación. En el caso de la información de zonificación, se empleó la base de datos de la municipalidad de Santiago de Surco publicada en su página web, de donde se extrajo el mapa de zonificación de acuerdo a la ordenanza municipal N°620 MML, publicada el año 2007, lo cual permitió ubicar el uso del suelo que la municipalidad contempla para las áreas aledañas a los proyectos A y B.

Se adjuntan como ANEXO 9. los Mapas de:

- Temperatura Máximas en Santiago de Surco
- Temperaturas Máximas 2030 en Santiago de Surco
- Energía Solar en Santiago de Surco (KW/hr.)
- Velocidad del Viento (Km/hr.) en Santiago de Surco
- Partículas PM_{10} promedio ($\mu g/m^3$) en Santiago de Surco
- Partículas $PM_{2.5}$ promedio ($\mu g/m^3$) en Santiago de Surco
- Zonificación de uso de suelo en Santiago de Surco, según la Ordenanza N° 620 MML – Edificio A
- Zonificación de uso de suelo en Santiago de Surco, según la Ordenanza N° 620 MML – Edificio B

3.7.2 Lugar de estudio

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Santiago de Surco, lugar creado en el siglo XVI por el Virrey Toledo para una de las primeras reducciones de indios y hasta inicios del siglo XX, fue un poblado de campesinos que trabajaban en las haciendas Surco y San Juan. El surgimiento como distrito fue durante el gobierno del presidente Leguía, el 16 de diciembre de 1929.

Sus límites son: al norte con el distrito de Ate y la Molina, al este con San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo, al sur con Chorrillos y al oeste con San Borja, Surquillo, Miraflores y Barranco.

Santiago de Surco está dividido en varios sectores como se muestra en el Plano de ubicación de Edificaciones que se adjunta, en donde se desarrollan proyectos destinados a distintos grupos socioeconómicos. Para esta tesis se analizaron los proyectos A y B de los sectores 34 y 41 respectivamente del distrito de Santiago de Surco los cuales limitan de la siguiente manera:

Los límites del sector 34 son: con Barranco por las avenidas Jorge Chávez y Aguilar Pastor, bordea la base F.A.P de las Palmas hasta la avenida Gregorio Bermejo y siguiendo por Tomás Marsano hasta llegar al Sector 28.

Los límites del Sector 41 son: las avenidas Panamericana Sur, Vía Evitamiento, el límite distrital con la Molina desde la Vía Evitamiento hasta el Cerro Centinela, el Sector 40, según el Informe de coyuntura inmobiliaria 2018- Lima Metropolitana y Callao, Tinsa.

Adicionalmente, se desarrollaron las memorias de los levantamientos fotogramétricos para los proyectos A y B mostrados en la tabla 35.

La adquisición de datos aéreos se realizó mediante un Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia (RPAS, por sus siglas en inglés). En primer lugar, se desarrollaron los planes de vuelo necesarios para cubrir toda el área de estudio, los cuales vienen a ser las trayectorias por las cuales se desplazará la aeronave.

Una vez que esta ha despegado, debido a que posee un sistema de navegación por satélite se trasladará a las diversas posiciones donde se ha calculado que capturará las

imágenes aéreas, en función a las líneas de vuelo, altura de vuelo y solapamiento de fotos (características que han sido configuradas en el plan de vuelo).

Tabla 35.
Adquisición de imágenes aéreas para el Proyecto A y B

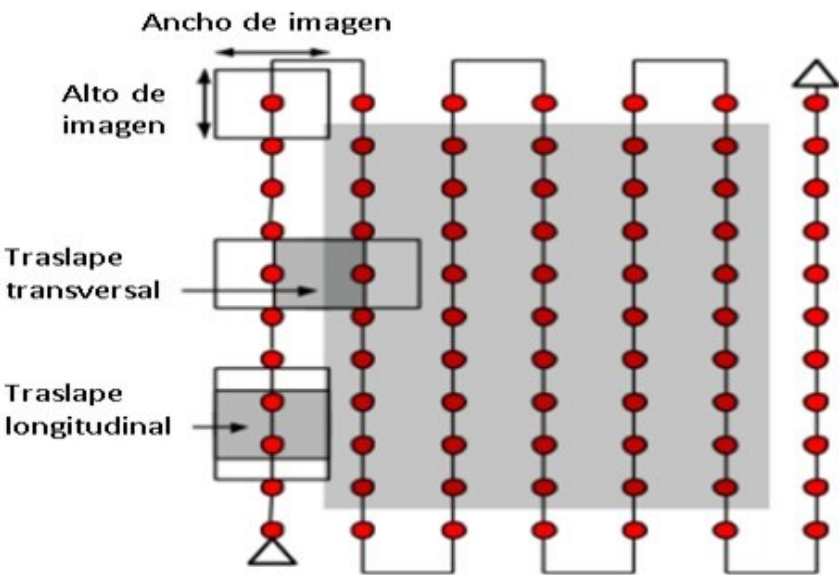
Memoria	Proyecto	Equipo	Fotografía	Propiedades de los Planes de Vuelo realizado y detalle de los parámetros	
Levantamiento fotogramétrico	A y B	RPAS PHATOM 4 PRO DJI Baterías (3) para RPAS PHATOM 4PRO DJI Laptop para registro de información en campo Toshiba batería portátil		Área cubierta total Velocidad de vuelo o promedio Número de imágenes calibradas Altura de vuelo programada Resolución obtenida	Cantidad 1 28 hectáreas 9m/s 110 171 m 454 cm/pixel

Nota: Elaboración Propia

Posteriormente se procesan estas imágenes, generando un modelo digital del terreno y una ortofoto actualizada de la zona de estudio correctamente georreferenciadas gracias a los puntos de fotocontrol terrestre determinados. La elaboración de los planes de vuelo se ha llevado a cabo con una aplicación móvil usada en sistema operativo iOS.

En la Figura 27 se muestra el plan de vuelo para que el RPAS pueda cubrir algunas zonas de estudio. Para obtener mejores detalles del proceso y tener que realizar nuevamente otro sobrevuelo, se puede apreciar en la figura 27 el ajuste al 80% de las tomas tanto longitudinales como transversales

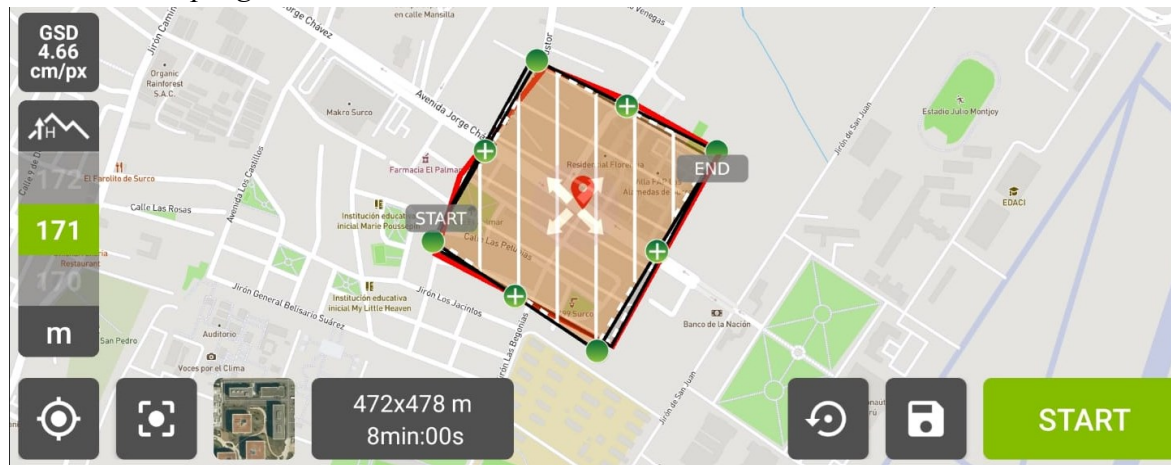
Figura 27.
Diagrama de plan de vuelo y la distribución de las imágenes para un traslape de 80% transversal y longitudinal.



Nota: Elaboración Propia

Figura 28.

Plan de vuelo programado dentro de la zona de estudio

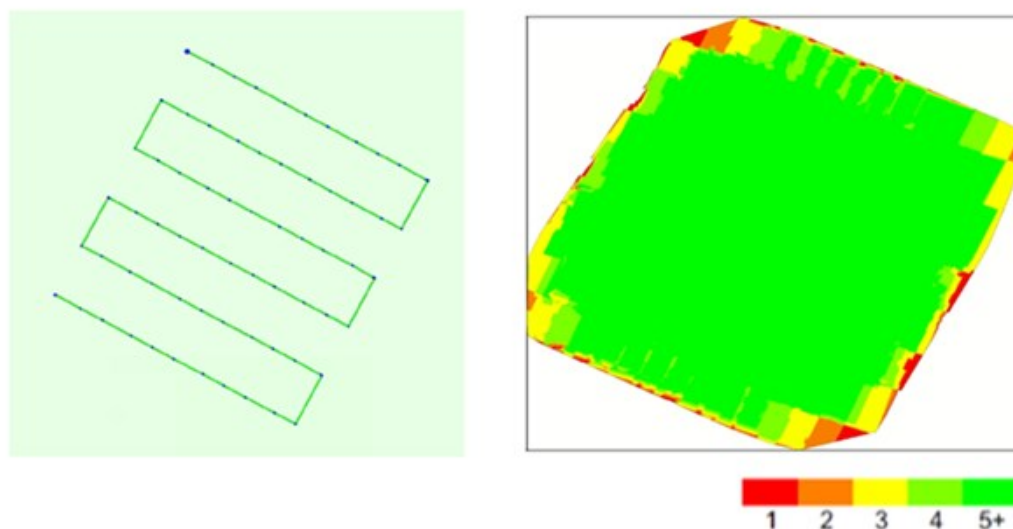


Nota: Elaboración Propia de manual Pix4D

En la Figura 28 las fotografías las representan los cuadros verdes. Los puntos azules son la posición corregida de las imágenes. Por otro lado, se muestra el diagrama de la cantidad de fotos que se han logrado traslapar entre sí. Los puntos azules son las correcciones de la posición de las imágenes. Los bordes del área sobrevolada son las que aparecen en color naranja o rojo lo que indica que se han traslapado 2 o no existe traslape entre las fotografías de esa parte, respectivamente.

Figura 29.

Ubicación en planta

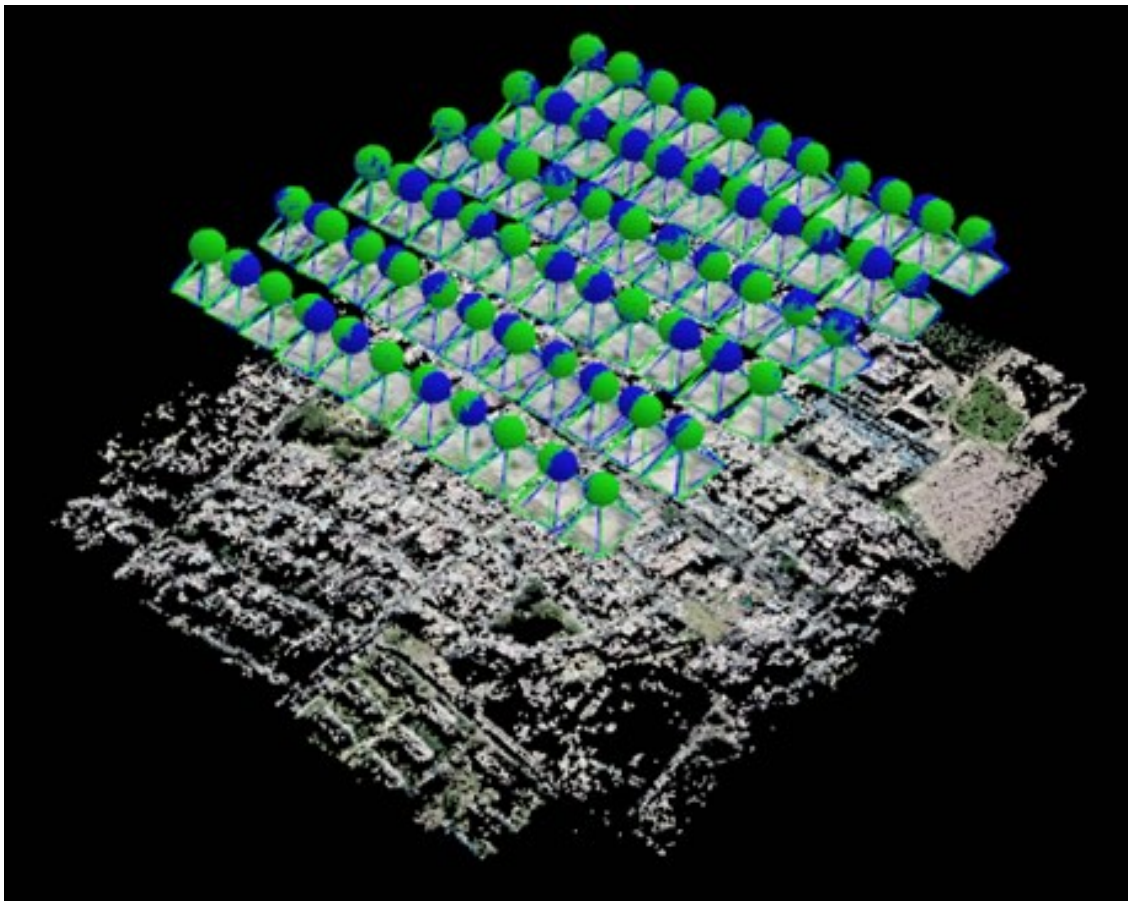


Nota. Fotografías tomadas por el RPAS y Número de imágenes traslapadas en cada pixel del Ortomosaico del diagrama de traslape entre las fotografías. Elaboración Propia

A. Procesamiento Fotogramétrico. Una vez revisadas y corregidas (de ser necesario) las fotografías aéreas, se procede a obtener la nube de puntos mediante técnicas de restitución fotogramétrica y aerotriangulación utilizando para esta labor un software de procesamiento fotogramétrico como se aprecia en la Figura 29, posteriormente se calcula una nube densa de puntos y se obtienen las orto fotos (también llamadas orto mosaicos). A partir de las imágenes de los RPAS no solo se obtiene el orto mosaico sino también, como se aprecia en la Figura 30, el modelo digital de superficie (DSM, por sus siglas en inglés) que viene a ser la representación de las elevaciones de cada punto de la superficie levantada, incluyendo al mismo terreno, edificaciones, árboles, entre otros elementos.

Figura 30.

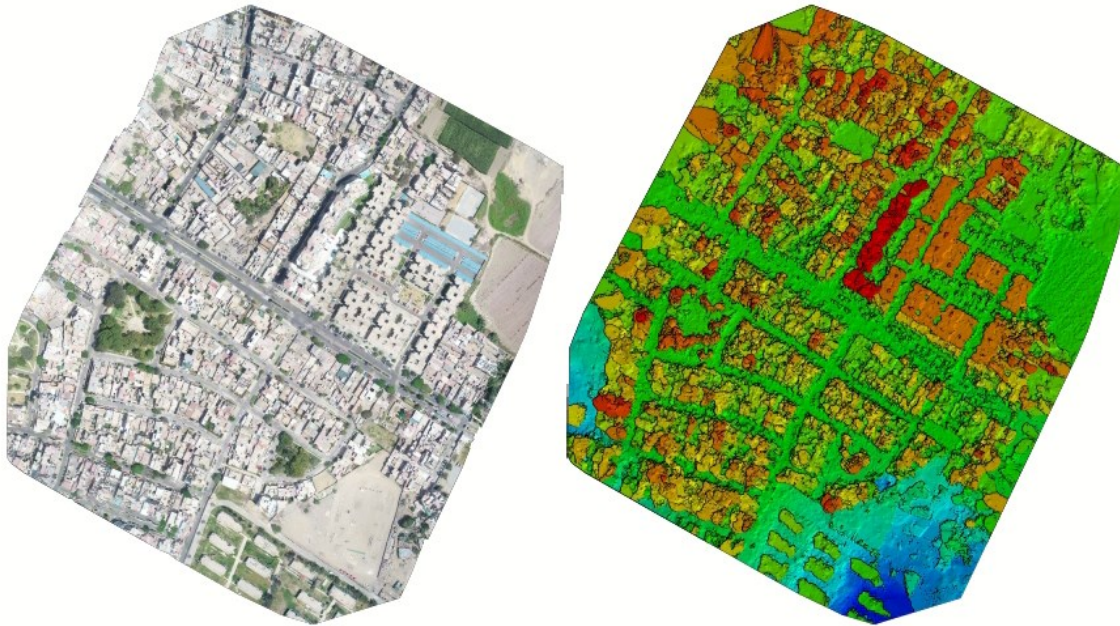
Visualización tridimensional en software de procesamiento fotogramétrico del alineamiento de fotografías tomadas por el RPAS y la nube de puntos generada



Nota: Elaboración Propia

Figura 31.

Ortomosaico (parte izquierda) y el DSM (parte derecha)



Nota: Elaboración Propia

B. Modelo de Elevación Digital o Digital Elevation Model (DEM).

Representación numérica de la altura de un punto sobre el nivel del mar u otra referencia. Esto se logra midiendo la altitud en puntos regulares o irregulares en la superficie de la Tierra.

C. Modelo digital de superficie o modelo digital de superficie (DSM).

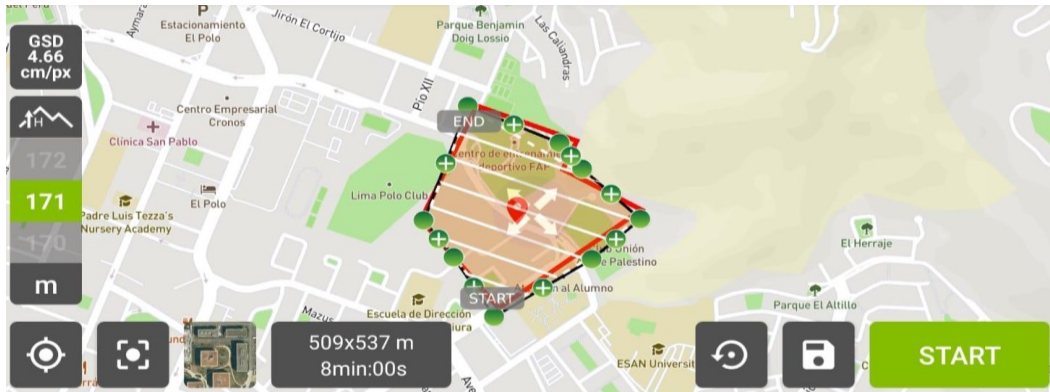
Elevación digital que representa la altura de la superficie detectada por primera vez en un sistema de teledetección. Por lo tanto, es concebible que el DSM resultante incluya la altura del suelo desnudo más la natural (árboles, arbustos) y la construida por el hombre (edificios).

D. Adquisición de imágenes aéreas del proyecto B. La adquisición de datos aéreos se realizó mediante un Sistema de Aeronave Pilotada a Distancia (RPAS, por sus siglas en inglés). En primer lugar, se desarrollaron los planes de vuelo necesarios para cubrir toda el área de estudio, los cuales vienen a ser las trayectorias por las cuales se desplazará la aeronave. Una vez que esta ha despegado, debido a que posee un sistema de navegación por satélite se trasladará a las diversas posiciones donde se ha calculado que capturará las imágenes aéreas, en función a las líneas de vuelo, altura de vuelo y solapamiento de fotos (características que han sido configuradas en el plan de vuelo).

Posteriormente se procesan estas imágenes, generando un modelo digital del terreno y una ortofoto actualizada de la zona de estudio correctamente georreferenciadas gracias a los puntos de foto control terrestre determinados.

Figura 32.

Plan de vuelo programado dentro de la zona de estudio

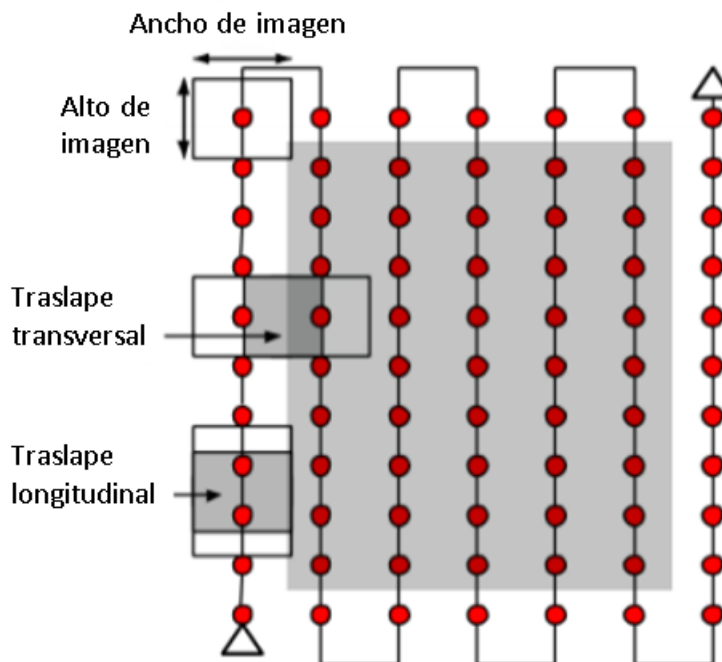


Nota: Elaboración Propia

Las superposiciones verticales y horizontales en la imagen aérea se han corregido en un 80% en ambos casos, como se muestra en la Figura 32. De esta forma, el procesamiento proporciona más detalle y evita el exceso sin él.

Figura 33.

Diagrama de plan de vuelo y la distribución de las imágenes para un traslape de 80% transversal y longitudinal



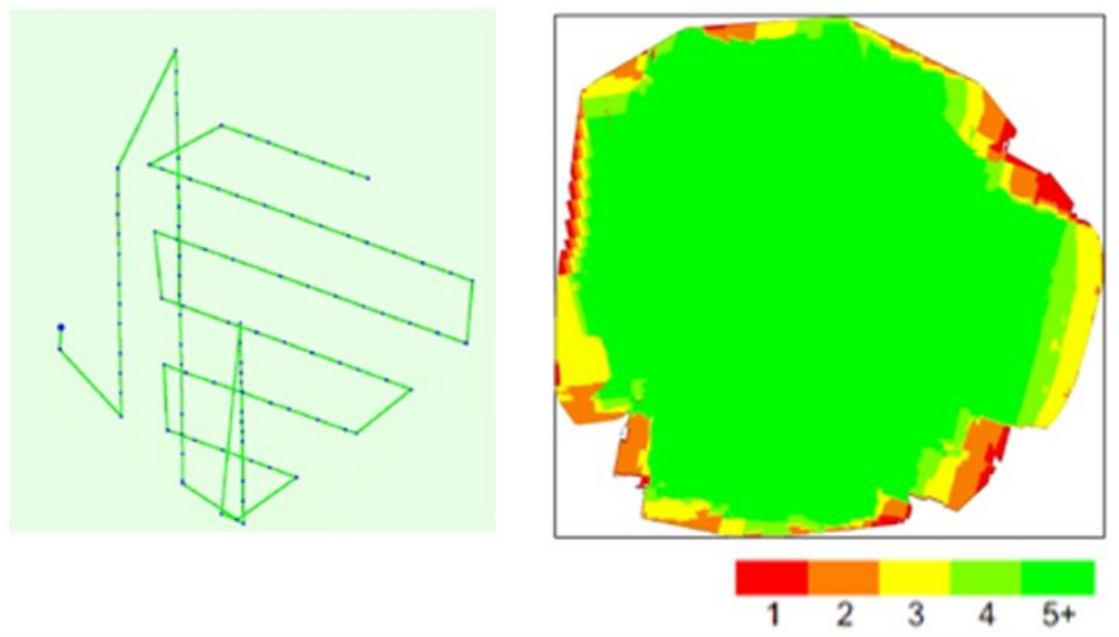
Nota: Elaboración Propia de manual Pix4D

En la Figura 33 las fotografías las representan los cuadros verdes. Los puntos azules son la posición corregida de las imágenes. Por otro lado, se muestra el diagrama de la cantidad de fotos que se han logrado traslapar entre sí. Los puntos azules son las correcciones de la posición de las imágenes. Los bordes del área sobrevolada son las que aparecen en color naranja o rojo lo que indica que se han traslapado 2 o no existe traslape entre las fotografías de esa parte, respectivamente.

E. Procesamiento fotogramétrico. Una vez revisadas y corregidas (de ser necesario) las fotografías aéreas, se procede a obtener la nube de puntos mediante técnicas de restitución fotogramétrica y aerotriangulación utilizando para esta labor un software de procesamiento fotogramétrico como se aprecia en la Figura 34, posteriormente se calcula una nube densa de puntos y se obtienen las orto fotos (también llamadas orto mosaicos). A partir de las imágenes de los RPAS no solo se obtiene el orto mosaico sino también, como se aprecia en la figura 35, el modelo digital de superficie (DSM, por sus siglas en inglés) que viene a ser la representación de las elevaciones de cada punto de la superficie levantada, incluyendo al mismo terreno, edificaciones, árboles, entre otros elementos.

Figura 34.

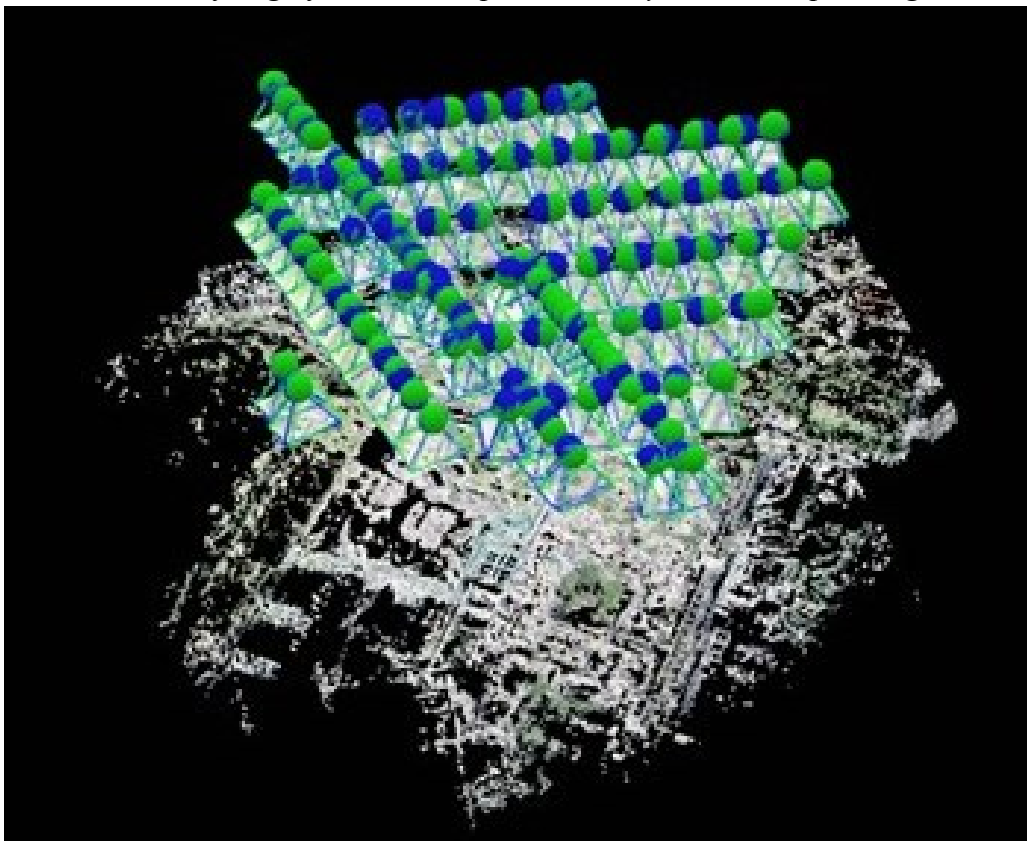
Ubicación en planta de las fotografías tomadas por el RPAS y Número de imágenes traslapadas en cada pixel del Ortomosaico del diagrama de traslape entre las fotografías.



Nota: Elaboración Propia

Figura 35.

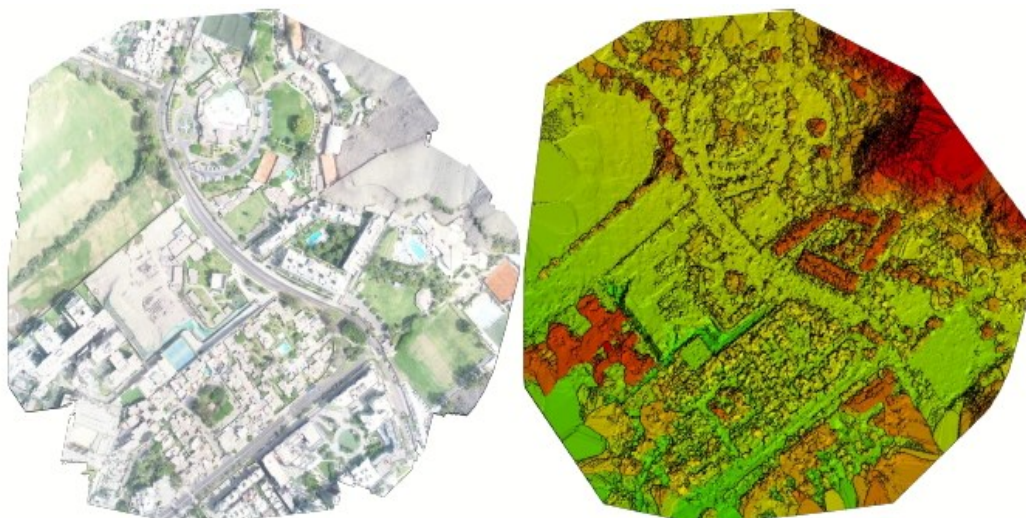
Visualización tridimensional en software de procesamiento fotogramétrico del alineamiento de fotografías tomadas por el RPAS y la nube de puntos generada



Nota: Elaboración Propia

Figura 36.

En la parte izquierda se muestra un orto mosaico y en la parte derecha se muestra el DSM



Nota: Elaboración Propia

F. Modelo de Elevación Digital o Digital Elevation Model (DEM).

Representación numérica de la altura de un punto sobre el nivel del mar u otra referencia. Esto se logra midiendo la altitud en puntos regulares o irregulares en la superficie de la Tierra.

G. Modelo digital de superficie o modelo digital de superficie (DSM).

Elevación digital que representa la altura de la superficie detectada por primera vez en un sistema de teledetección. Por lo tanto, es concebible que el DSM resultante incluya la altura del suelo desnudo más la natural (árboles, arbustos) y la construida por el hombre (edificios).

3.8 Consideraciones Éticas

Para interactuar en cada una de las unidades inmobiliarias de los dos proyectos de EM A y B del distrito de Santiago de Surco, se contactó con el administrador de cada una de las edificaciones, lo cual nos sirvió de enlace para proporcionar el link a los usuarios. El modo para hacer llegar el link del cuestionario fue a través del chat en WhatsApp de los usuarios, en donde se les informó sobre el alcance de la investigación y el uso de los cuestionarios; los cuales serán entregados de forma anónima en esta investigación.

CAPÍTULO 4

4 RESULTADOS

4.1 Análisis de Resultados

Tabla 36.

Característica más representativa de la muestra

Cantidad encuestada	95	
Tipo de vivienda	Proyectos Inmobiliarios	
Características	Proyecto A	10 Edificaciones de Proyecto B
	7.Edificaciones de 8 pisos	6 pisos
	4 departamentos/piso	2 departamentos/piso
	área de 60 y 74 m2	área de 60 y 74 m2
Área	Tipo A	Tipo B
60 m2	34,74%	10,53%
74 m2	33,68%	21,05%
	68,64%	31,55%
Total habitantes en las unidades inmobiliarias	354 hab.	
% de edades	Tipo A	Tipo B
% edades ≤ 10	13,56%	7,39%
% edades entre 11 y 21	6,21%	5,68%
% edades entre 22 y 40	17,23%	12,22%
% edades ≥ 41	25,42%	6,25%
	68,64%	31,55%
% Nivel de educación	Tipo A	Tipo B
Inicial	4,24%	1,13
Primaria	11,86%	5,65
Secundaria	15,54%	6,78
Técnica	3,39%	0,85
Universitaria	13,84%	10,17
Maestría	17,80%	6,21
Doctorado	1,98%	0,53
% Sueldo	Tipo A	Tipo B
menos de 8000 soles	47,69%	0%
entre 8001 y 15000 soles	47,69%	23,33%
entre 15001 y 30000 soles	1,54%	53,33%
más de 30001 soles	3,08%	23,33%

Nota: Elaboración propia

Interpretación:

De acuerdo a las características de la muestra que se resume en la Tabla 36, se puede definir que, se trata de una muestra de 95 unidades inmobiliarias encuestadas en 2 emprendimientos multifamiliares, en donde el 68.64% corresponde al proyecto A y el 31.55% corresponde al proyecto B.

En las 65 unidades inmobiliarias encuestados habitan 354 personas de diferentes edades, en donde de acuerdo a los porcentajes observados, en el proyecto A, se tiene un 25.42% de personas mayores de 41 y un 17.53% entre 21 y 40 años, que representan las 2/3 de la población de las unidades inmobiliarias encuestadas. Por otro lado, las personas del proyecto B tienen un 12% de personas entre 21 y 40 años y un 7.39% menores de 10 años. El otro tercio de la población son personas entre 10 y 21 años y mayores de 40.

Tabla 37.

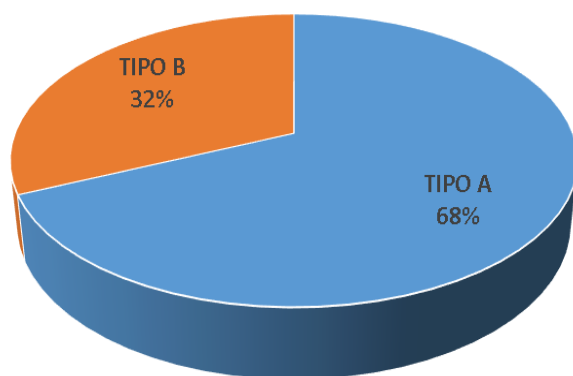
Frecuencia de encuestas por tipo de edificación

TIPO	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
A	65	68,4	68,4	68,4
B	30	31,6	31,6	100
Total	95	100	100	

Nota: Elaboración propia

Figura 37.

Frecuencias de encuestas por tipo de edificación



Nota: Elaboración propia

El nivel de educación en el proyecto A se encuentra conformado por personas con estudios universitarios y de maestría que corresponde al 13.84% y 17.80% respectivamente, mientras que en el proyecto B contamos con un 10.17% para universitarios y un 6.24% para maestría.

En relación al ingreso salarial familiar, se observa que en el proyecto A los ingresos se encuentran en los rangos < 8.000 y 8001 hasta 20.00 soles, sin embargo, los ingresos en el proyecto B el rango fluctúa entre los 15.000 soles y 30.000 soles.

Interpretación

De acuerdo a los resultados de las 95 encuestas entre los dos proyectos, a las que hemos denominado A y B respectivamente, donde se realizaron 65 encuestas para el proyecto A representando al 68.4% y para el proyecto B se realizaron 30 encuestas que representan al 31.6%.

4.2 Análisis Comparativo de Medias

Tabla 38.

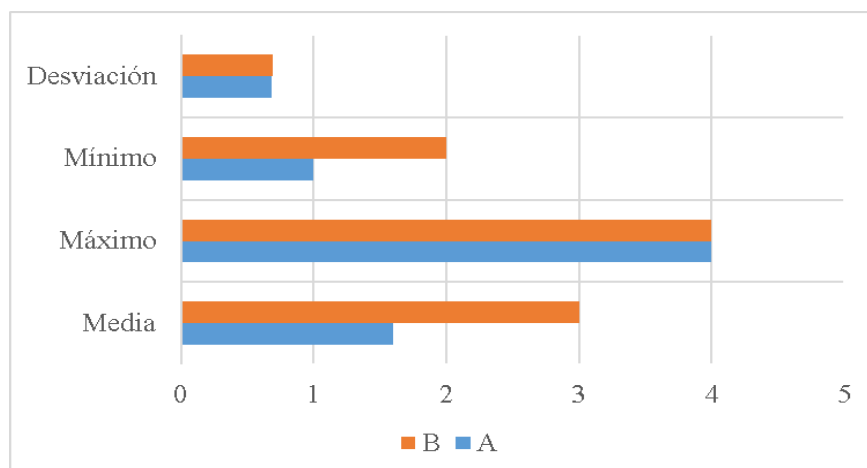
Comparativo de medias en relación al ingreso salarial familiar por proyecto

TIPO	Media	Máximo	Mínimo	Desviación
A	1,6	4	1	0,68
B	3	4	2	0,69
	2,04	4	1	0,94

Nota: Elaboración propia

Figura 38.

Análisis Comparativo del ingreso salarial familiar por tipo de proyecto



Nota: Elaboración propia

La variable Ingreso salarial familiar es una variable categórica, la cual se dividió en 4 rangos:

- 1: Ingresos menores de 8000 soles
- 2: Ingresos entre 8001 y 15.000 soles

- 3: Ingresos entre 15001 y 30.000 soles
- 4: Ingresos de más de 30.001

Con respecto al proyecto A la media tiene un ingreso de 1.6 equivalente a sueldos entre 5001 y 15000 soles.

Por otro lado, para el proyecto B, la media tiene un ingreso de 3 equivalente a sueldos mayores de 15. 001 y menores de 30.000 soles.

En ambos casos su desviación es positiva y cercana al cero, por lo que los valores se encuentran cercanos a la media

Tabla 39.

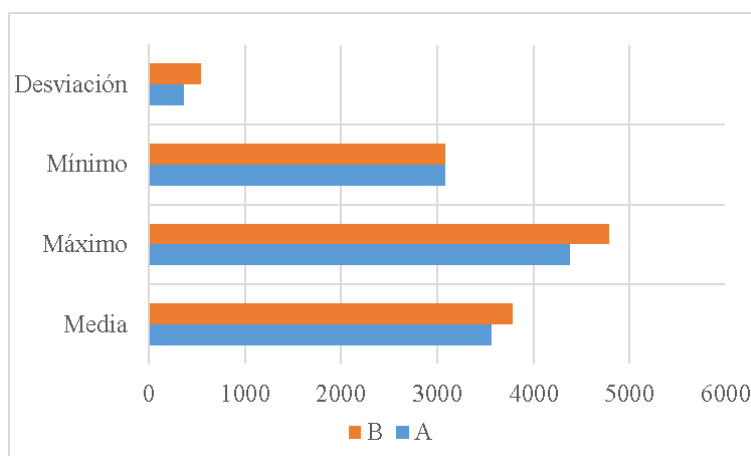
Análisis comparativo de consumo de KW por electrodomésticos de uso diario al año

TIPO	Media	Máximo	Mínimo	Desviación
A	3567,45	4381,2	3080,7	362,93
B	3785,04	4786,2	3080,7	542,42
	3636,16	4786,2	3080,7	436,8

Nota: Elaboración propia

Figura 39.

Análisis comparativo de consumo de KW por electrodomésticos de uso diario al año.



Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica, respecto al proyecto A la media de consumo de KW por el uso de electrodomésticos es de 3,567.45 KW, con un consumo máximo de 4,381.20 y un consumo mínimo de 3,080.70. La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran cerca con una diferencia máxima de 362.93 a la media

Con respecto al proyecto B, la media de consumo de KW por el uso de electrodomésticos es de 3,785.04 KW, con un consumo máximo de 4,786.20 y un consumo mínimo de 3,080.70. La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran cerca a la media en una diferencia máxima de 362.93 a la media

De acuerdo con el resultado total, la media de consumo en electrodomésticos diarios entre los dos proyectos es de 3,636.16 KW al año.

Tabla 40.

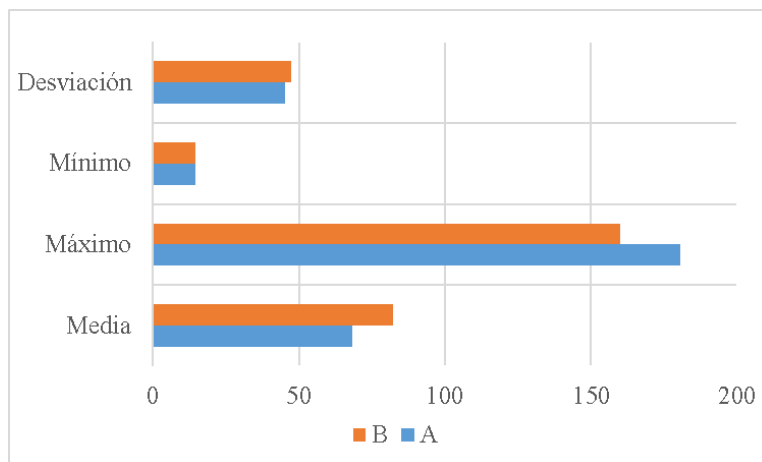
Análisis comparativo de consumo de KW por electrodomésticos de uso semanal al año

TIPO	Media	Máximo	Mínimo	Desviación
A	68,10	180,48	14,4	45,20
B	82,03	160,08	14,4	47,31
	72,46	180,48	14,4	46,09

Nota: Elaboración propia

Figura 40.

Análisis comparativo de consumo de KW por electrodomésticos de uso semanal al año



Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica, en relación al proyecto A la media de consumo de KW por el uso de electrodomésticos de uso semanal, es de 68.10 KW, con un consumo máximo de 180.48 y un consumo mínimo de 14.40. La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran cerca con una diferencia máxima de 45.20 a la media

Con respecto al proyecto B, la media de consumo de KW por el uso de electrodomésticos de uso semanal es de 82.03 KW, con un consumo máximo de 160.08

y un consumo mínimo de 14.40. La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran cerca a la media en una diferencia máxima de 47.31 a la media, lo que indica valores alejados de la media

De acuerdo con el resultado total, la media de consumo en electrodomésticos de uso semanal entre los dos proyectos es de 72.46 KW al año

Tabla 41.

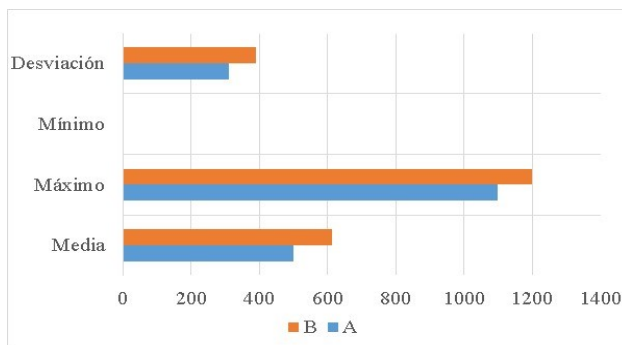
Análisis comparativo de medias por consumo de KW en equipos eléctricos semanales al año

TIPO	Media	Máximo	Mínimo	Desviación
A	498,43	1099.20	0.0	312,03
B	611,70	1199.04	0.0	390,68
	534.20	1199,04	0.0	340,850

Nota: Elaboración propia

Figura 41.

Análisis Comparativo de medias por consumo de KW en equipos eléctricos semanales al año



Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica, en relación al proyecto A la media de consumo de KW por el uso de equipos eléctricos usados semanalmente, es de 498.43 KW, con un consumo máximo de 1099.20 y un consumo mínimo de 0.0. La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran cerca con una diferencia máxima de 312.03 a la media.

Con respecto al proyecto B, la media de consumo de KW por el uso de equipos eléctricos de uso semanal es de 611.70 KW, con un consumo máximo de 1199.04 y un consumo mínimo de 0.0. La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran cerca a la media en una diferencia máxima de 390.68 a la media, lo que indica valores

alejados de la media. De acuerdo con el resultado total, la media de consumo en equipos eléctricos de uso semanal entre los dos proyectos es de 534.20 KW al año.

Tabla 42.

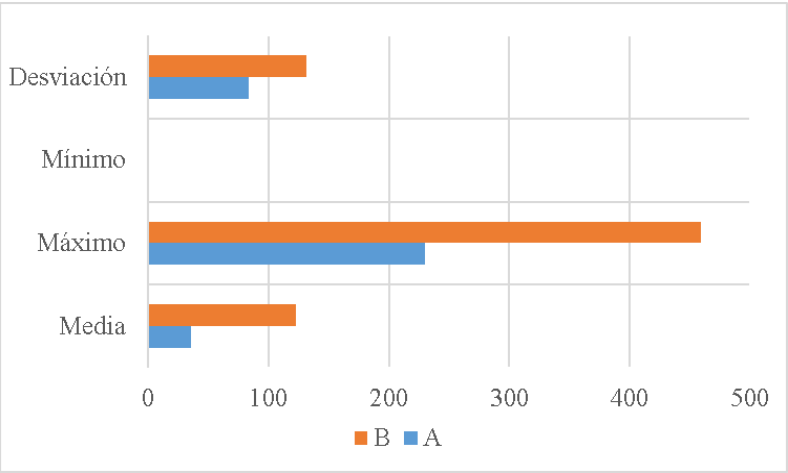
Análisis comparativo de medias por consumo de KW en equipos de ventilación de uso trimestral al año

TIPO	Media	Máximo	Mínimo	Desviación
A	35,31	229,5	0	83,45
B	122,4	459	0	131,12
	62,81	459	0	118,18

Nota: Elaboración propia

Figura 42.

Análisis comparativo de medias por consumo de KW en equipos de ventilación de uso trimestral al año



Nota: Elaboración propia

En la gráfica se muestra que la media por consumo de KW en equipos de ventilación al año en el proyecto A fue de 35.31 KW, con un consumo máximo de 229.50 y un consumo mínimo de 0.0. La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran cerca con una diferencia máxima de 83.45 de la media. Con respecto al proyecto B, la media de consumo de KW por el uso de equipos de ventilación al año es de 122.40 KW, con un consumo máximo de 459.00 y un consumo mínimo de 0.0. La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran cerca a la media con una diferencia máxima de 131.12 a la media, lo que indica valores alejados de la media. De acuerdo con el resultado total, la media de consumo en equipos de ventilación entre los dos proyectos es de 62.81 KW al año.

Tabla 43.

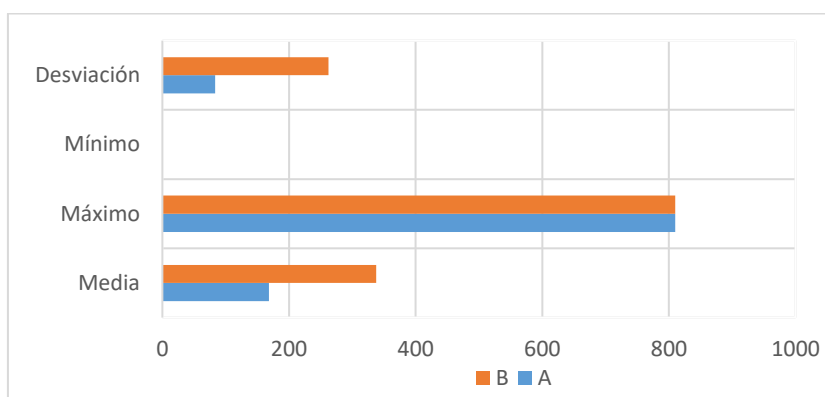
Análisis comparativo de medias por consumo de KW en equipos de calefacción de uso trimestral al año

TIPO	Media	Máximo	Mínimo	Desviación
A	168,23	810	0	83,45
B	337,5	810	0	262,33
	221,69	810	0	249,02

Nota: Elaboración propia

Figura 43.

Análisis comparativo de medias por consumo de KW en equipos de calefacción de uso trimestral al año



Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica, en relación al proyecto A, la media de consumo de KW por el uso de equipos de calefacción usados en tres meses al año, es de 168.23 KW, con un consumo máximo de 810.00 y un consumo mínimo de 0.0. La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran cerca con una diferencia máxima de 83.45 a la media

Tabla 44.

Análisis comparativo de medias por consumo de KW en equipos de computación al año

TIPO	Media	Máximo	Mínimo	Desviación
A	150,42	316,8	0	79,98
B	157,92	316,8	0	70,19
	152,79	316,8	0	76,73

Nota: Elaboración propia

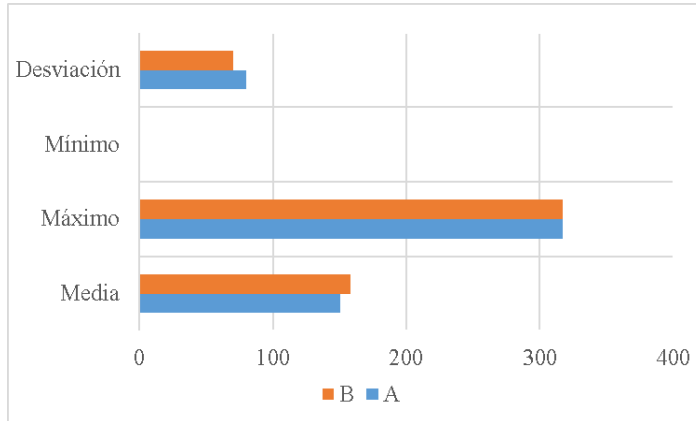
Con respecto al proyecto B, la media de consumo de KW por el uso de equipos de calefacción usados en tres meses al año es de 337.50 KW, con un consumo máximo de 168.23 y un consumo mínimo de 0.0. La desviación indica que la mayoría de los

valores se encuentran cerca a la media en una diferencia máxima de 262.33 a la media, lo que indica valores alejados de la media.

De acuerdo con el resultado total, la media de consumo en equipos de calefacción usados en tres meses al año es de 221.69 KW al año

Figura 44.

Análisis comparativo de medias por consumo de KW en equipos de computación al año



Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica, en relación al proyecto A, la media de consumo de KW por el uso de equipos de computación al año, es de 150.42 KW, con un consumo máximo de 316.80 y un consumo mínimo de 0.0. La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran cerca con una diferencia máxima de 79.98 a la media.

Tabla 45.

Análisis comparativo de medias por consumo de KW en uso de iluminación artificial al año

TIPO	Media	Máximo	Mínimo	Desviación
A	123,18	172,8	86,4	20,68
B	115,58	158,4	74,88	18,35
	120,79	172,8	74,88	20,19

Nota: Elaboración propia

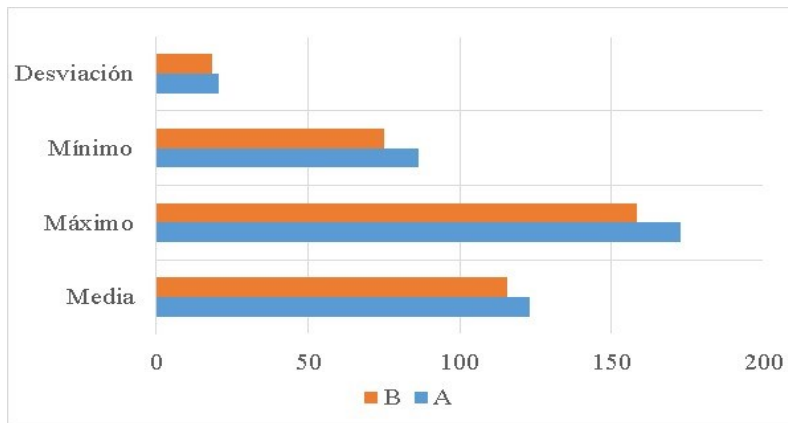
Con respecto al proyecto B, la media de consumo de KW por el uso de equipos de computación al año es de 157.92 KW, con un consumo máximo de 316.80 y un consumo mínimo de 0.0. La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran

cerca a la media en una diferencia máxima de 70.19 a la media, lo que indica valores alejados de la media

De acuerdo con el resultado total, la media de consumo en equipos de computación al año es de 152.79 KW al año

Figura 45.

Análisis comparativo de medias por consumo de KW en uso de iluminación artificial al año



Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica, en relación al proyecto A, la media de consumo de KW por el uso de iluminación artificial al año, es de 123.18 KW, con un consumo máximo de 172.80 y un consumo mínimo de 86.40. La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran cerca con una diferencia máxima de 20.68 a la media

Con respecto al proyecto B, la media de consumo de KW por el uso de equipos de computación al año es de 115.58 KW, con un consumo máximo de 158.40 y un consumo mínimo de 74.88 La desviación indica que la mayoría de los valores se encuentran cerca a la media en una diferencia máxima de 18.35 a la media, lo que indica valores alejados de la media

De acuerdo con el resultado total, la media de consumo en equipos de computación al año es de 120.79 KW al año

4.3 Comprobación de Hipótesis

Para comprobar la primera hipótesis específica se va a realizar el comparativo del análisis de medias entre el total de huella de carbono producido por cada unidad

inmobiliaria y su consumo de: electrodomésticos, equipos de climatización, de computación y consumo de luz artificial

Si el valor de la sig > 0.05 , se aprueba la hipótesis nula y se concluye que:

- H_0 : La huella energética no se relaciona significativamente con la calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima-Perú

Si la sig < 0.05 entonces se acepta la hipótesis propuesta

- H_1 : La huella energética se relaciona significativamente con la calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima-Perú.

Para establecer el valor de correlación se utiliza la escala de R de Pearson

Tabla 46.

Valor de R para el estudio de correlación entre dos variables

Valor	Criterio de Correlación
R=1	Perfecta
≥ 0.90 y < 1	Muy alta
≥ 0.70 y < 0.90	Alta
≥ 0.40 y < 0.70	Moderada
≥ 0.20 y < 0.40	Baja
≥ 0 y < 0.20	Nula

Nota: Optativa estadística Avanzada para Sociología

Para saber cuál será el estadístico de correlación para la muestra, se realiza la prueba estadística Kolmogorov Smirnov por ser una muestra de más de 50 datos en observación y el resultado determina si se usa correlación de Pearson o de Spearman.

Tabla 47.

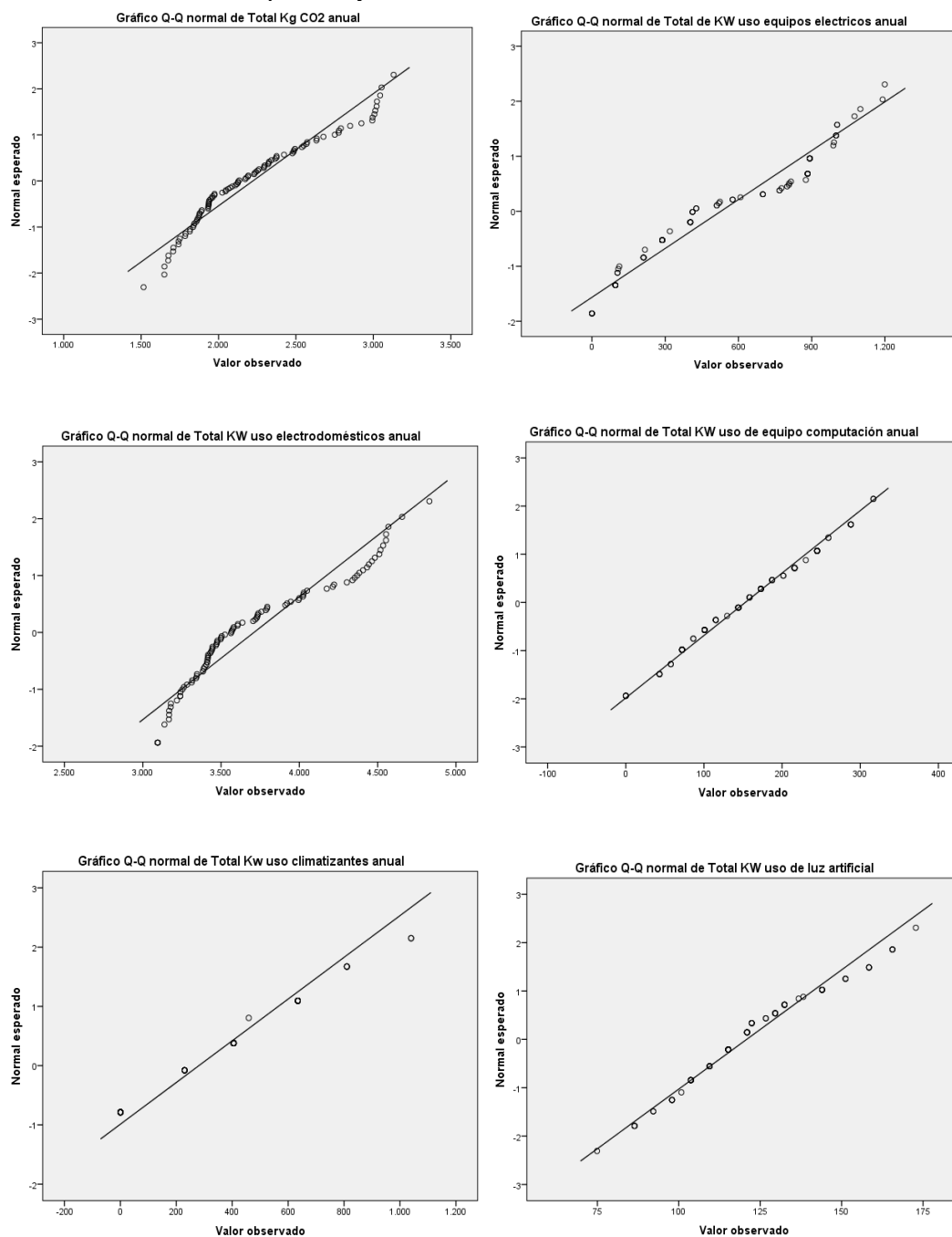
Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Total Kg CO ₂ anual	,120	94	,002
Total KW uso electrodomésticos anual	,153	94	,000
Total de KW uso equipos eléctricos anual	,149	94	,000
Total KW uso de equipo computación anual	,080	94	,170
Total KW uso aclimatadores anual	,264	94	,000
Total KW uso de luz artificial	,129	94	,001

Nota: Elaboración propia

Figura 46.

Normalidad entre lo esperado y lo observado



Nota: Elaboración propia

Tabla 48.

Correlación no paramétrica entre las variables Kg de CO₂ y los dispositivos eléctricos usados en un año por los departamentos encuestados.

		Total Kg CO ₂ anual	
Rho de Spearman	Total Kg CO ₂ anual	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (unilateral)	.
		N	95
	Total de KW uso equipos eléctricos anual	Coefficiente de correlación	,839**
		Sig. (unilateral)	,000
		N	95
	Total KW uso electrodomésticos anual	Coefficiente de correlación	,883**
		Sig. (unilateral)	,000
		N	95
	Total KW uso de equipo computación anual	Coefficiente de correlación	,227*
		Sig. (unilateral)	,014
		N	95
	Total KW uso aclimatadores anual	Coefficiente de correlación	,542**
		Sig. (unilateral)	,000
		N	94
	Total KW uso de luz artificial	Coefficiente de correlación	,094
		Sig. (unilateral)	,181
		N	95

Nota: Elaboración Propia

Interpretación

Como se mencionó, el coeficiente de correlación va de -1 a 1 con un valor de 0 en el medio, lo que indica que no existe una relación lineal entre las dos variables estudiadas. Un valor bajo de la razón no significa necesariamente que no haya correlación porque la relación entre las variables puede no ser lineal. En este caso, es mejor utilizar un método no paramétrico para indicar si las variables tienden a crecer juntas o se mueven en diferentes direcciones.

Esta salida de datos del SPSS muestra para cada pareja de variables: el número de datos, (N = 95) para todas las parejas, su coeficiente de correlación y el p-valor asociado al contraste de la hipótesis, en donde se acepta la hipótesis nula para los valores de $r = 0$ frente a $H_1: r < 0$. Con respecto a cada uno de los pares se tiene:

Par 1: El coeficiente de correlación es igual a 0.839, por lo tanto, las variables están relacionadas en sentido directo, cuando una crece la otra también crece. Observando el p-valor (0.000) se deduce que se puede rechazar la hipótesis nula por lo tanto existe una correlación significativa Alta entre las variables Kg de CO₂ y KW por el uso de equipos eléctricos

Par 2: El coeficiente de correlación es igual a 0.883, por lo tanto, las variables están relacionadas en sentido directo, cuando una crece la otra también crece. Observando el p-valor (0.00) se deduce que se puede rechazar la hipótesis nula por lo tanto existe una correlación significativa Alta entre las variables Kg de CO₂ y KW por el uso de equipos electrodomésticos.

Par 3: El coeficiente de correlación es igual a 0.227, por lo tanto, las variables están relacionadas en sentido directo, pero debido al valor de r, se observa que su correlación es positiva pero Baja, aproximada al valor de correlación nula de Pearson, para valores menores a 0.20. Por otro lado, al tener un p-valor 0.014 menor a 0.05 se deduce que se puede rechazar la hipótesis nula por lo tanto existe una correlación significativa Muy Baja entre las variables Kg de CO₂ y KW por el uso de equipos de computación.

Par 4: El coeficiente de correlación es igual a 0.542, por lo tanto, las variables están relacionadas en sentido directo, cuando una crece la otra también crece. Observando el p-valor (0.00) se deduce que se puede rechazar la hipótesis nula por lo tanto existe una correlación significativa Moderada Alta entre las variables Kg de CO₂ y KW por el uso de equipos climatizadores

Par 5: El coeficiente de correlación es igual a 0.094, el cual es un valor muy cercano a cero por lo que su correlación es Nula. Por otro lado, al tener un p-valor 0.181 mayor de 0.05 se deduce que se acepta la hipótesis nula por lo tanto no existe una correlación significativa entre las variables Kg de CO₂ y KW por el uso de luz artificial

En resumen, en todos los casos, menos en el uso de focos ahorradores o Led, se aprueba la hipótesis propuesta:

H₁: La huella energética se relaciona significativamente con la calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima-Perú.

En otras palabras, se observa que mientras más uso se haga de los aparatos electrodomésticos y equipos electrónicos, mayor será la producción de CO₂

Teniendo en cuenta la finalidad del presente trabajo de investigación que es la de reducir la huella de carbono en las edificaciones multifamiliares y de esta forma aportar esfuerzos por mitigar el impacto del cambio climático es que nos enfocaremos en el proyecto B estableciendo estrategias renovables a fin de que se optimice el uso de uso de la energía a través de la implementación paneles solares. Se presenta en la tabla 49 el resumen del proyecto B

Tabla 49.

Resumen del proyecto B

1 RESUMEN DEL PROYECTO B							
TORRES	EDIFICIOS	AREA MF	TOTAL	DEPARTAMENTOS	DISTRIBUCION	AREAS COMUNES	SOTANOS
4	sub edificio a sub edificio b sub edificio c	38,425.43	156 130 flats 26 duplex		sala comedor cocina lavandería baño de visita 3 dormitorios 2 baños compartidos 1 baño principal Working closet cuarto de servicio baño de servicio	halls de ingreso cuartos técnicos escaleras de emergencia ascensores cuarto de basura salón de usos múltiples gimnasio piscina baños	2

Nota: Elaboración propia

4.4 Análisis energético

Se realizó el modelamiento energético del estado inicial del proyecto B que nos permitió configurar y representar la operación conjunta de todos los sistemas que consumen energía en el desarrollo inmobiliario, a fin de obtener un estimado de consumo anual y evaluar diferentes escenarios de operación. El software usado fue Design Builder, que se descargó a través del siguiente link: <https://www.designbuilder-lat.com/adquirir/descargar-programa>, el cual nos permite realizar el análisis del consumo de energía de edificaciones y para la evaluación de muchas estrategias de confort térmico, lumínico, la huella de carbono, los perfiles de vientos, impacto de luz natural, etc. Este software trabaja en conjunto con el motor de cálculo Energy Plus de acceso libre.

En el software se generaron diversos escenarios o modelos que representan al proyecto con la inclusión de diversas estrategias puestas en evaluación, en búsqueda de reducir el consumo final y conseguir el confort de los usuarios del mismo. Al modelo que representó al estado actual del proyecto se le denominó Modelo Inicial y a los modelos que representaron al proyecto con cada una de las estrategias se le llamó Modelos Propuestos.

Para configurar y modelar adecuadamente el proyecto se han seguido los lineamientos establecidos en el apéndice G del estándar ASHRAE 90.1-2010. Cada uno de los modelos representa fielmente las características arquitectónicas, eléctricas, mecánicas y climáticas, entre otras, del proyecto real.

Se estableció un comparativo entre el consumo anual del modelo inicial y el de cada uno de los modelos propuestos generando una diferencia, la cual se traduce en un porcentaje respecto al consumo del modelo inicial con la finalidad de determinar de forma más clara el impacto de cada estrategia evaluada. Así mismo, este impacto se revisó bajo un análisis de huella de carbono, a través del factor de conversión de los kWh consumidos en la cantidad de toneladas de CO₂ equivalente, también se verificó el impacto de cada estrategia sobre el confort térmico interior y por último se analizó la viabilidad de implementación de cada una de ellas.

La documentación que se utilizó para Arquitectura fue: plantas generales final (plano), cortes y elevaciones 1.125 (plano) y ubicación (final) (plano).

Para la data climática:

PER_Lima.846280_IWEC.epw (este fichero se descargó del siguiente link:
[https://energyplus.net/weather-
location/south_america_wmo_region_3/PER/PER_Lima.846280_IWEC](https://energyplus.net/weather-location/south_america_wmo_region_3/PER/PER_Lima.846280_IWEC))

Se estableció un comparativo entre el consumo anual del modelo inicial y el de cada uno de los modelos propuestos generando una diferencia, la cual se traduce en un porcentaje respecto al consumo del modelo inicial con la finalidad de determinar de forma más clara el impacto de cada estrategia evaluada. Así mismo, este impacto se

revisó bajo un análisis de huella de carbono, a través del factor de conversión de los kWh consumidos en la cantidad de toneladas de CO₂ equivalente, también se verificó el impacto de cada estrategia sobre el confort térmico interior y por último se analizó la viabilidad de implementación de cada una de ellas.

4.4.1 Para las cargas eléctricas:

Tabla 50.

Matriz Consumo de energía unidades inmobiliarias edificación encuestada Proyecto B

EQUIPOS	Gasto de Kw	Kw/mes	Precio Kw en soles	S/ Mensual	Consumo Kw Anual	Consumo soles anual
Electrodomésticos de uso diario (x día)	359,22	10776,6	0,63	5.994,56	129319,2	71.934,69
Electrodomésticos de uso semanal	56,03	2224,12	0,63	129,92	2.689,44	1.559,02
Equipos ocasionales (horas x semana)	382,31	1529,24	0,63	968,77	18350,88	11625,282
Equipo ocasional Ventilador usado 3 meses x año (x día)	40,80	1.224,00	0,63	775,40	3.672,00	2.326,21
Equipo ocasional Calefactor usado 3 meses x año (x día)	81,00	2.430,00	0,63	1.539,41	7.290,00	4.618,22
Computadora (horas al mes)	0,94	394,80	0,63	250,11	4.737,60	3.001,27
Gasto de focos por departamentos (Horas al día)	9,63	288,96	0,63	183,06	3.467,52	2.196,67
Total Kw 30 departamentos		15.534,68			169526,64	97.261,36

Nota: Elaboración Propia

Tabla 51.

Matriz Consumo de energía áreas comunes edificación encuestada Proyecto B

EQUIPOS	Gasto de Kw	Kw/mes	Precio Kw en soles	S/ MENSUAL	Consumo KW ANUAL	Consumo soles anual
Gasto de energía por focos	29,44	883,20	0,63	559,42	10.598,40	6.713,03
Equipo eléctrico					41.944,00	26.571,52
					52.542,40	33.284,55

Nota: Elaboración propia

Tabla 52.

Matriz de luces en áreas comunes de edificios multifamiliares Proyecto B

Luces	Cantidad unidad	Potencia nominal/Kw	Horas/día	Consumo KW/día	Total, kW/ mes
Jardín interior – exterior	26	0,016	12,00	4,99	149,76
Pasadizos	24	0,016	12,00	4,61	138,24
Sótano	36	0,016	24,00	13,82	414,72
Sala de recepción	6	0,016	6,00	0,58	17,28
Gimnasio	3	0,016	4,00	0,19	5,76
Piscina	6	0,016	4,00	0,38	11,52
Sala de máquina	4	0,016	4,00	0,26	7,68
Escaleras x piso	24	0,016	12,00	4,61	138,24
Total	129		78,00	29,44	883,20

Nota: Elaboración propia

Tabla 53.

Matriz de equipos electrónicos en áreas comunes de edificios multifamiliares Proyecto B

RESIDENCIAL	Potencia nominal / Kw	Consumo KW/mes	Precio Kw en soles	Total, Kw/año x unidades	Cant	Total, kW /año	S/ anual
Ascensores Schindler (prom. 5 horas al día)				800,00	14	11.200,00	7.095,20
Electrobombas (activa cada 15 minutos)	5,60	672,00	0,63	8.064,00	1	8.064,00	5.108,54
Extractores de humo estacionamiento (3)	3,75	675,00		8.100,00	1	8.100,00	5.131,35
Bomba de piscina	1,12	403,20		4.838,40	1	4.838,40	3.065,13
Área vigilancia:	2,00	24,00		8.640,00	1	8.640,00	5.473,44
						40.842,40	25.873,66

Nota: Elaboración propia

Para las condiciones de operación se tomó en consideración el horario de ocupación de los espacios que viene dado por defecto por el estándar ASHRAE y el software Design Builder:

Tabla 54.

Horarios de ocupación de los espacios según ASHRAE y el software Designa Builder

Ambiente	Horario
Departamentos	Lunes a Domingos
	De 0:00 a 5:00 al 100%
	De 5:00 a 8:00 al 75%
	De 8:00 a 18:00 al 50%
	De 18:00 a 24:00 al 100%
Áreas comunes	Lunes a Domingos
	De 0:00 a 7:00 al 0% (sin ocupación)
	De 7:00 a 24:00 al 50%
Baños y depósitos	Lunes a Domingo
	De 7:00 a 21:00 (espontáneamente)
Estacionamientos	Lunes a Domingos
	De 0:00 a 7:00 al 25%
	De 7:00 a 9:00 al 100%
	De 9:00 a 12:00 al 25%
	De 12:00 a 14:00 al 100%
	De 14:00 a 18:00 al 50%
	De 18:00 a 20:00 al 100%
	De 20:00 a 24:00 al 50%

Nota: Elaboración propia.

El tiempo promedio de encendido de las luminarias en diversas zonas viene dado por los datos de la encuesta ejecutada:

Tabla 55.

Tiempo promedio de encendido de luminarias

Ambiente	Tiempo encendido
Iluminación exterior	10 horas, 21 minutos
Áreas comunes	10 horas, 56 minutos
Estacionamientos	22 horas
Departamentos	50 minutos

Nota: elaboración propia

El tiempo promedio de encendido de equipos eléctricos en diversas zonas viene dado por los datos de la encuesta ejecutada:

Tabla 56.

Tiempo promedio de encendido de equipos eléctricos

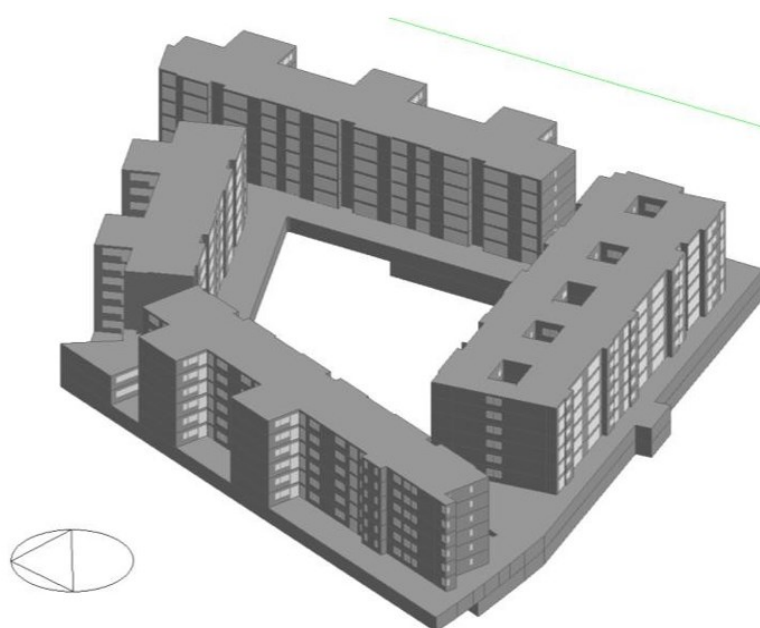
Ambiente	Tiempo encendido
Departamentos (electrodoméstico, calefactor, ventilador, computadoras)	56 minutos
Áreas comunes (Ascensores, bomba de piscina)	5 horas, 19 minutos
Estacionamientos (extractores de monóxido, electrobombas)	4 horas, 48 minutos

Nota: Elaboración propia

A continuación, se muestran algunas vistas del modelo en Design Builder:

Figura 47.

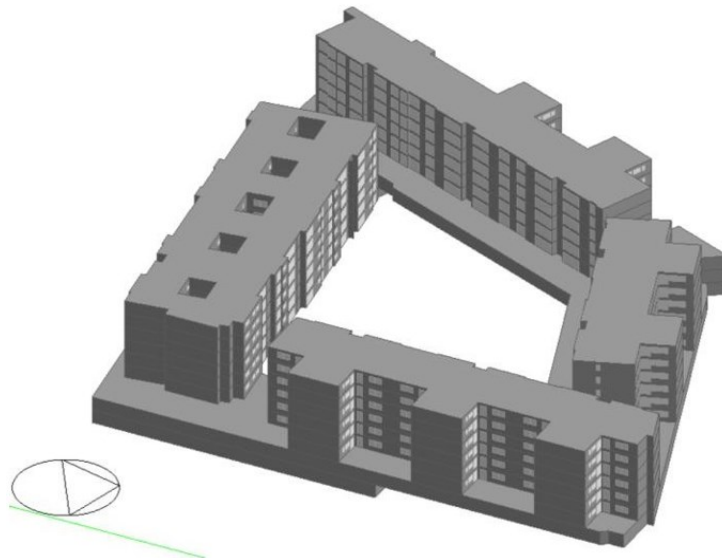
Fachadas oeste y sur



Nota: Elaboración propia

Figura 48.

Fachadas este y norte



Nota: Elaboración propia

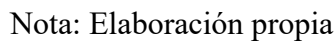
Figura 44.

Piso 1 del Sub edificio A.



Nota: Elaboración propia

Detalles del Piso 1 del sub edificio A.

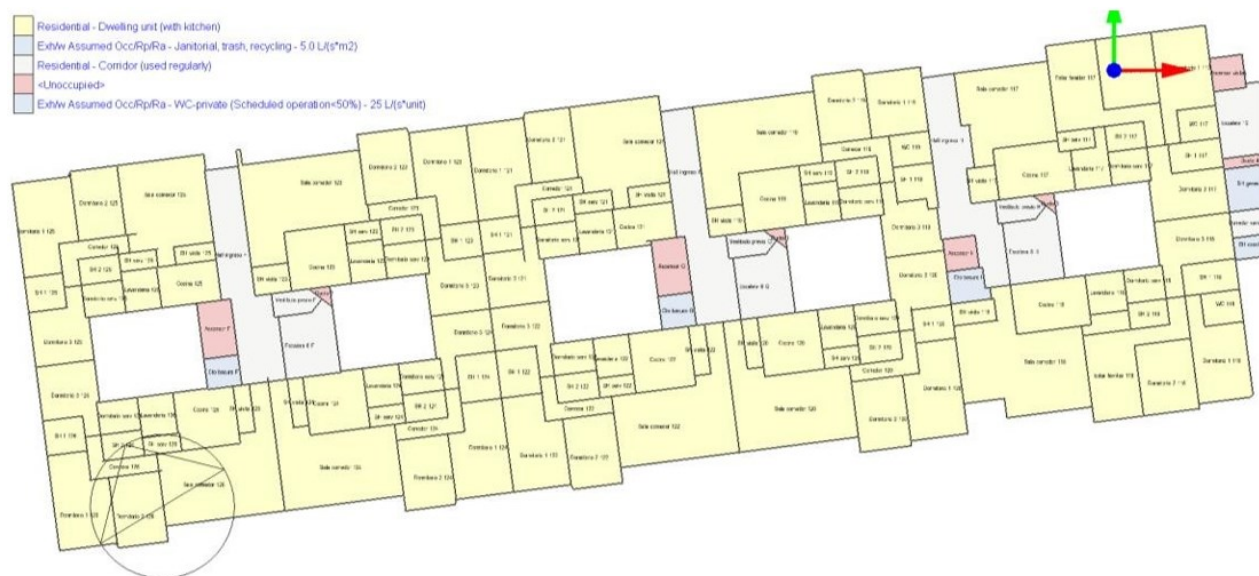


Piso 1 del Sub edificio B.



Figura 51.

Piso 1 del Sub edificio C.



Nota: Elaboracion propia

4.4.2 Análisis de energía del Modelo Inicial

A continuación, se muestran los resultados numéricos obtenidos para cada modelo generado por cada una de las estrategias.

Tabla 57.

Resultados numéricos obtenidos por cada modelo

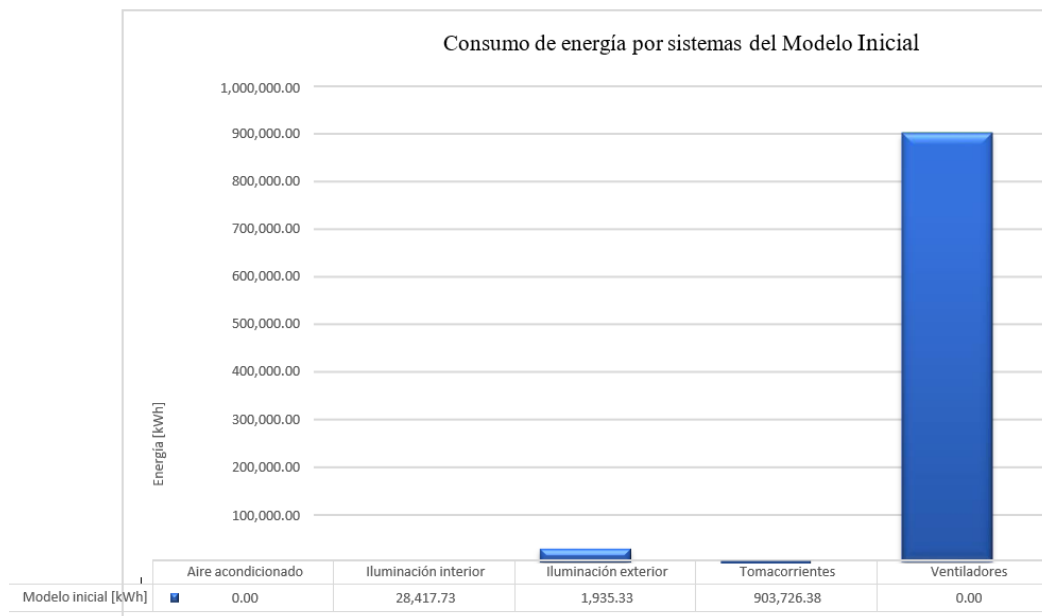
Sistemas	Modelo Inicial (kWh)
Aire acondicionado	0.00
Iluminación interior	28,417.73
Iluminación exterior	1,935.33
Tomacorrientes	903,726.38
Ventiladores	0.00
Consumo total	934,079.44

Nota: elaboración propia

Además, se muestra una gráfica comparativa entre cada apartado energético para mayor comprensión de la evaluación:

Figura 52.

Comparativa entre cada apartado energético.



Nota: Elaboración propia

Estrategia: Sistema de paneles solares

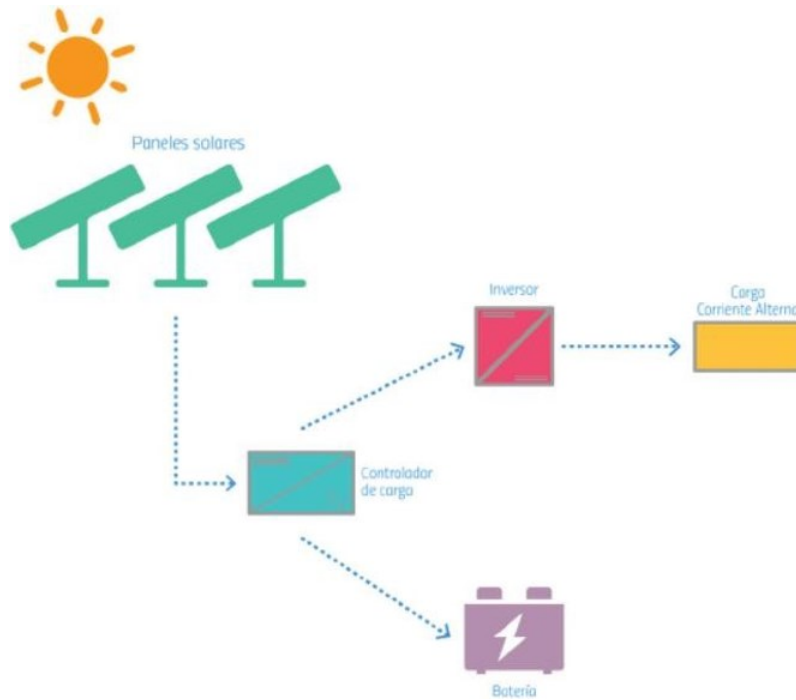
Descripción: En la actualidad se viene incrementando el uso de paneles solares por muchos factores, entre ellos la difusión de esta estrategia de ahorro energético, así como la mejora en las tecnologías de estos paneles que ayudan en el aumento del total de energía anual que pueden brindar a las instalaciones. Como recomendación general se encuentra dotar de energía eléctrica por medio de paneles solares entre el 5% y 10% de toda la energía consumida, o elegir ciertas instalaciones que permitan el uso de este sistema como única fuente eléctrica y sin respaldo de la red.

Fundamento: Existen varios tipos de paneles solares fotovoltaicos, entre ellos los monos cristalinos, los polis cristalinos y los amorfos. Los primeros son los que mayor eficiencia tienen y por ende se recomienda su uso. Estas celdas deberían operar en conjunto con baterías de plomo-ácido para conservar la electricidad generada y poder usarla en los casos en que se requiera (por ejemplo, durante las noches). También es importante contar con un sistema de control inteligente que permita identificar las ocasiones exactas en donde sea beneficioso el uso de la energía generada por las celdas,

en qué casos almacenar la energía generada, o en qué casos usar solo la energía proveniente de la red eléctrica.

Figura 53.

Esquema recomendado de instalación de paneles solares.



Nota: Elaboración propia.

Las características técnicas más comunes de los sistemas de paneles son que tienen un área de 2 m², una potencia nominal pico de 450W y que tienen 4 horas efectivas de generación por día. Este último valor representa la cantidad de horas al día que genera energía eléctrica un sistema ideal de paneles solares fotovoltaicos. En la realidad un sistema de paneles genera energía intermitentemente (en cuanto a potencia y a continuidad) durante las horas menos nubladas, menos nubladas y de mayor incidencia solar.

4.4.3 Cálculo energético:

Este proyecto tiene un área disponible de 591.9 m² en la azotea del Sub edificio A, 354.6 m² en la azotea del Sub edificio B y 465.3 m² en la azotea del Sub edificio C.

Figura 54.

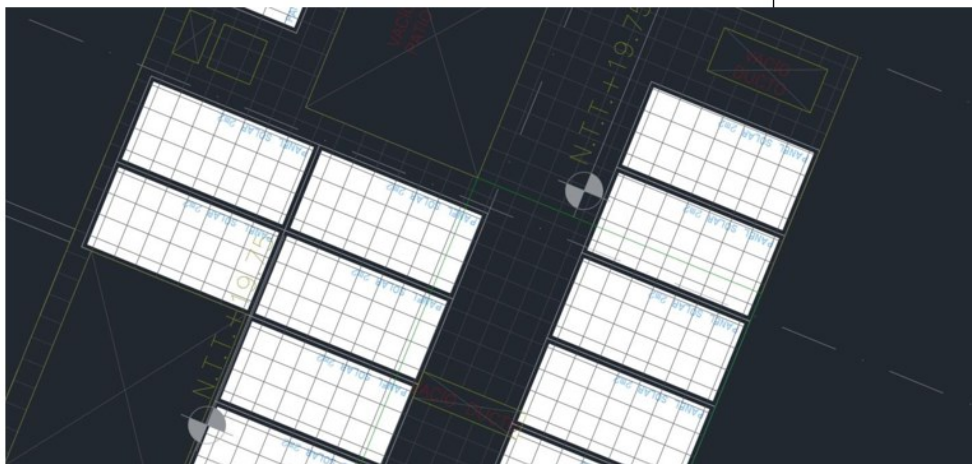
Techo del Sub edificio C.



Nota: Elaboración propia

Figura 55.

Propuesta de instalación en parte del techo del Sub edificio C.



Nota: Elaboración propia.

Estas áreas corresponden a todas las áreas achuradas del nivel techos ya que es la única libre que no impacta en área privada de los departamentos y está a una altura considerada adecuada para la generación de energía.

En tal sentido, se tendrá el siguiente cuadro con la cantidad de paneles máximo posibles de instalar en estos techos.

Tabla 58.

Cuadro de cantidad de paneles máximo posibles

Zona	Sub edificio 1A	Sub edificio 1B	Sub edificio 1C
Área disponible (m2)	591.9	354.6 m2	465.3 m2
Área para mantenimiento (m2)	197.3	118.2	155.1
Área para paneles (m2)	394.6	236.4	310.2
Cantidad de paneles máximo (N máx.)	197)	118	155

Nota: Elaboración propia

Se considera que cada panel ocupa 2 m² y necesita un área de mantenimiento de 1 m².

La fórmula matemática para el cálculo de la energía generada por un sistema de “n” paneles solares con las características anteriormente descritas es:

$$\text{Energía generada (en kWh)} = (n \text{ paneles}) \times (450\text{W/panel}) \times (4\text{h/día}) \times (365 \text{ días/año})$$

La siguiente tabla muestra los resultados de la propuesta (considerando la instalación del máximo de paneles) de un sistema de paneles solares para cada Sub edificio del proyecto:

Tabla 59.

Propuesta de un sistema de paneles solares

Zona	Sub edificio 1A	Sub edificio 1B	Sub edificio 1C
Cantidad de paneles (n)	197	118	155
Potencia de cada panel (W)		450	
Horas efectivas de generación (h x días)		4 x 365	
Energía generada (kWh)	129,429.00	77,526.00	101,835.00

Nota: Elaboración propia

Si se incorporará esta cantidad de paneles solares se obtendría un ahorro anual en energía eléctrica de 308,790.00 kWh (cerca al 33.06%). Considerando una tarifa de 0.63 soles por kWh de consumo eléctrico, con esta implementación se estaría ahorrando 194,537.70 soles.

4.5 Análisis económico:

Considerando 470 paneles mono cristalinos de 450 Wp (como referencia paneles modelo HELIOS PLUS 450W de Eco Green Energy) con un costo unitario de S/. 900.00 se puede conseguir el siguiente detalle económico de la medida de eficiencia en mención (en conjunto):

Tabla 60.*Detalle económico de la medida de eficiencia*

Tasa de descuento	8.6%
Cantidad de paneles	470
Costo unitario	S/.900.00
Costo total o inversión	S/.423,000.00
Costos adicionales (implementación)	S/.211,500.00
Ahorro anual	S/.194,537.70
Periodo de evaluación	Hasta 10 años

Nota: elaboración propia

Tabla 61.*Cuadro de flujo de caja*

Año	Inversión (S/.)	Ahorro (S/.)	Flujo (S/.)	Flujo presente (S/.) (con descuento)	Flujo (S/.) Acumulativo
0	634,500		634,500.00	634,500.00	---
1	---	194,537.70	194,537.70	179,132.32	-455,367.68
2	---	194,537.70	194,537.70	164,946.89	-290,420.79
3	---	194,537.70	194,537.70	151,884.80	-138,536.00
4	---	194,537.70	194,537.70	139,857.09	1,321.09
5	---	194,537.70	194,537.70	128,781.85	130,102.94
6	---	194,537.70	194,537.70	118,583.65	248,686.59
7	---	194,537.70	194,537.70	109,193.05	357,879.64
8	---	194,537.70	194,537.70	100,546.09	458,425.73
9	---	194,537.70	194,537.70	92,583.87	551,009.60
10	---	194,537.70	194,537.70	85,252.19	636,261.79

Nota: Elaboración propia

Se observa que el costo de inversión se recupera luego de 4 años a partir del cual se obtienen beneficios económicos.

Además, al evaluar la TIR o tasa interna de retorno de la implementación para un periodo de 10 años, se obtuvo 28.08% que resulta mayor a la tasa de descuento utilizada de 8.6%, por lo cual se puede concluir que el proyecto es viable.

4.5.1 Reducción de consumo:

Los 470 paneles solares generan 308,790.00 kWh anualmente, este valor representa un 33.06% del consumo anual del modelo inicial de 934,079.44 kWh. Cada uno de estos paneles ocupa un área de 2 m², haciendo en total 940 m² y es necesario que se dejen 470 m² de área libre técnica para este sistema. Esta área se considera para circulación y mantenimiento, además de área para instalación de equipos eléctricos

asociados (inversores, tableros, cableado, etc.). Esto es válido ya que el proyecto tiene un área libre en el nivel techo de aproximadamente 1,411 m².

4.6 Impacto en la huella de carbono

Para el cálculo de la cantidad emisiones de dióxido de carbono (en toneladas métricas o TMC_{CO₂e}) que se reducen al no usar energía de la red eléctrica y en su lugar usar energía de una fuente de renovable como el sistema de paneles solares se utilizó del factor de emisión (para reducción) brindado por la organización EPA de:

$$1,562.4 \text{ lb CO}_2/\text{MWh} \times (4.536 \times 10^{-4} \text{ toneladas métricas/lb}) \times 0.001 \text{ MWh/kWh} = 7.09 \times 10^{-4} \text{ toneladas métricas de CO}_2/\text{kWh}.$$

En consecuencia, se tiene lo siguiente:

$$\text{Total de emisiones de CO}_2 \text{ (en mtCO}_2\text{e)}$$

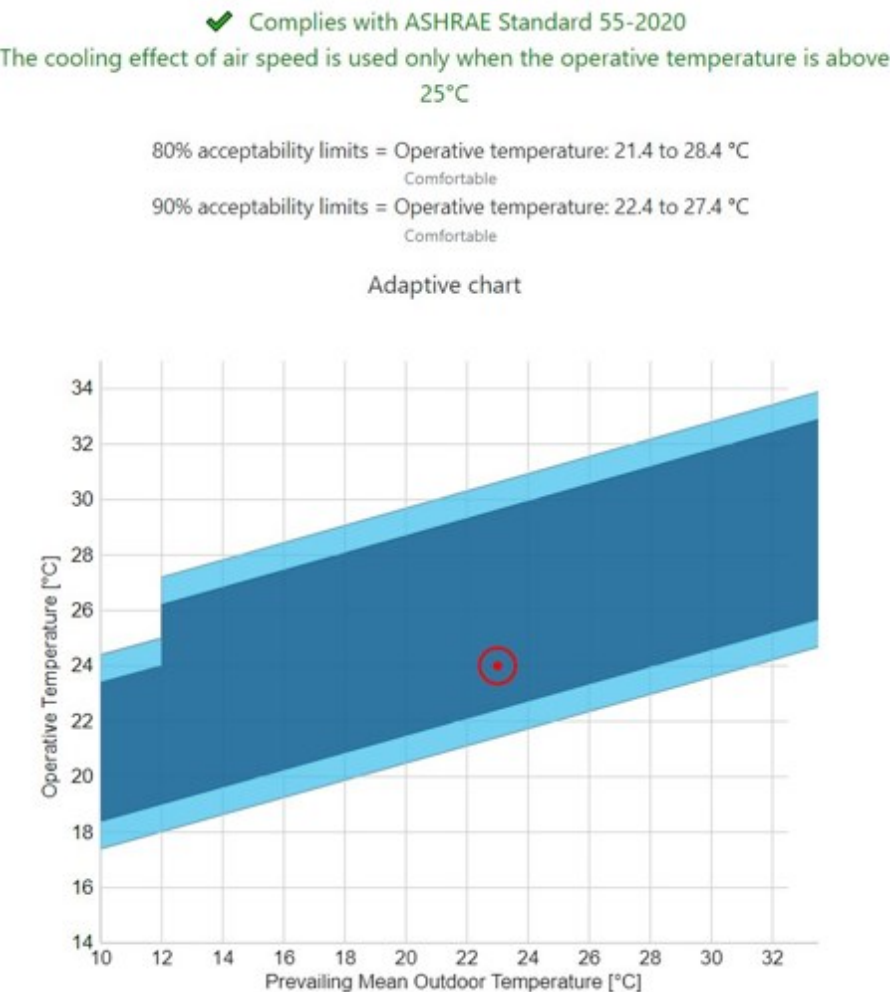
$$= (7.09 \times 10^{-4} \text{ mtCO}_2\text{e/kWh}) \times (\text{Reducción de energía eléctrica en kWh})$$

$$= (7.09 \times 10^{-4} \text{ mtCO}_2\text{e/kWh}) \times (308,790.00 \text{ kWh}) = 218.9 \text{ TMC}_{\text{CO}_2\text{e}}$$

4.7 Análisis térmico

Para verificar el confort de los usuarios finales, se ha realizado y documentado una simulación térmica como parte de este informe. En este sentido, este apartado va a ser útil para asegurar que la temperatura a la que va a operar este proyecto es la adecuada de acuerdo al estándar ASHRAE 55. La tabla a continuación contiene la información resumida del rendimiento térmico de cada espacio del Modelo Inicial en términos de horas fuera del rango de confort. Los gráficos espacio por espacio que muestran la distribución de la temperatura se consignan en el Apéndice 10.

Figura 56.
Rangos de confort basados en el estándar ASHRAE 55.



Nota: Elaboración propia

Tabla 62.

ASHRAE límite de aceptabilidad al 90% - 80%

ASHRAE 55 límite de aceptabilidad al 90% (h)	ASHRAE 55 límite de aceptabilidad al 80% (h)	Horas ocupadas (h)
22.4°C a 27.4°C	21.4°C a 28.4°C	8760

Nota: Elaboración propia

ASHRAE 55 establece dos bandas de confort, una al 90% y otra al 80%, las cuales representan rangos de temperaturas en donde al menos el 90% y 80%, respectivamente, del total de horas de ocupación (8760 h) de cada zona debe presentarse una temperatura en dicho rango. En contraposición, se permite que el 10% y 20% del total de horas se tengan temperaturas fuera de los rangos.

Tabla 63.

Espacio	Horas de discomfort (h) (menos de 21°C)	Horas de discomfort (h) (más de 28°C)	Porcentaje del tiempo en discomfort
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 101, Dormitorio 1	1280.5	52.5	0.60%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 102, Dormitorio 1	1475.0	81.5	0.93%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 103, Dormitorio 1	1658.5	31.5	0.36%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 108, Dormitorio 1	1481.5	5.5	0.06%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 109, Dormitorio 1	1479.5	6.0	0.07%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 110, Dormitorio 1	1675.5	1.0	0.01%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 101, Dormitorio 2	1137.5	0.0	0.00%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 102, Dormitorio 2	1057.5	1.0	0.01%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 103, Dormitorio 2	1057.5	1.0	0.01%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 108, Dormitorio 2	1220.5	0.0	0.00%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 109, Dormitorio 2	1207.5	0.0	0.00%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 110, Dormitorio 2	1353.5	0.0	0.00%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 101, Dormitorio 3	998.0	4.0	0.04%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 102, Dormitorio 3	982.5	9.0	0.10%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 103, Dormitorio 3	1042.0	4.0	0.04%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 108, Dormitorio 3	1216.5	0.0	0.00%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 109, Dormitorio 3	1203.5	0.0	0.00%
<i>Horas de discomfort de acuerdo con ASHRAE 55</i>			
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 110, Dormitorio 3	1306.0	0.0	0.00%

Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 101, Estar familiar	1159.0	20.5	0.23%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 102, Estar familiar	1234.5	24.5	0.28%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 103, Estar familiar	1076.0	17.0	0.19%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 108, Estar familiar	1229.5	0.0	0.00%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 109, Estar familiar	1221.0	0.0	0.00%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 110, Estar familiar	1333.5	0.0	0.00%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 101, Sala comedor	1483.0	56.5	0.64
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 102, Sala comedor	1587.5	61.5	0.70%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 103, Sala comedor	1517.0	37.0	0.42
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 108, Sala comedor	1582.5	8.5	0.10%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 109, Sala comedor	1593.0	4.5	0.05%
Edif. 1A, Piso 1, Dpto. 110, Sala comedor	1684.5	5.5	0.06%
Edif. 1B, Piso 1, Dpto. 111, Dormitorio 1	1072.0	76.0	0.87%
Edif. 1B, Piso 1, Dpto. 112, Dormitorio 1	1331.0	97.0	1.11%
Edif. 1B, Piso 1, Dpto. 113, Dormitorio 1	1310.5	105.0	1.20%
Edif. 1B, Piso 1, Dpto. 111, Dormitorio 2	1088.0	5.0	0.06%
Edif. 1B, Piso 1, Dpto. 112, Dormitorio 2	1158.5	2.5	0.03%
Edif. 1B, Piso 1, Dpto. 113, Dormitorio 2	1151.5	6.0	0.07%
Edif. 1B, Piso 1, Dpto. 111, Estar familiar	1055.5	28.5	0.32%
Edif. 1B, Piso 1, Dpto. 112, Estar familiar	1169.0	1.5	0.02%

Nota: Elaboración propia

El porcentaje de horas de discomfort se ha calculado solo para las horas que se superan los 28°C, ya que el límite inferior de 21°C, si bien es un valor recomendado, este es mucho más manejable que las temperaturas altas con el uso de vestimenta adecuada como casacas, pantalones, chompas, etc.

Se observa que este porcentaje es bastante bajo inferior a lo máximo permitido por los criterios de ASHRAE 55 límite de aceptabilidad al 90% y 80%. Por tanto, los espacios estarían dentro del rango de confort permitido durante todo el año.

4.8 Discusión de los resultados

De acuerdo con la investigación desarrollada, los resultados obtenidos afirman que existe una correlación alta entre las variables de huella energética y calidad de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares, especificando que el coeficiente de correlación es igual a 0.839 y de 0.883 para la relación de variables en sentido directo del Kg de CO₂ y de equipos eléctricos y electrodomésticos, donde el p-valor (0.000), rechazando así la hipótesis nula por lo tanto existe una correlación significativa Alta, estos resultados demuestran coherencia y concordancia con la investigación antecedente de los siguientes autores Muñoz, M., Muñoz, J. y Muñoz, D. (2020) titulado “Ciclo de vida energético y huella de carbono en dos tipos de residencias familiares en la ciudad de Lima” donde sus resultados muestran que el mayor rendimiento en la huella de carbono en la residencia unifamiliar se presenta en la fase de construcción y en la residencia multifamiliar se da en la fase de operación, afectadas por el tipo, la cantidad de material de construcción, las fuentes de energía que se usan para su producción así como por la energía eléctrica que se emplea en los electrodomésticos, lo que es significativamente impactado por el consumo energético per cápita y el mix energético del país; como se puede observar es que el ineficiente uso de energía eléctrica trae consigo repercusiones a nivel económico, social, ambiental, es decir, de forma general en la calidad de vida de las personas.

Adicionalmente al evaluar los resultados obtenidos a partir del análisis energético, técnico y económico del edificio B, de 38,425.43 m² con 156 departamentos, de los cuales 130 son flats y 26 dúplex, así como dos sótanos para los estacionamientos, donde el consumo de energía se encuentra representado por sistemas de tomacorrientes, sistema

de cargas de procesos (ascensores, video vigilancia, bombas de agua etc.), sistemas de iluminación y sistema de ventilación de estacionamientos. La propuesta del sistema de energía para el desarrollo inmobiliario B consiste en la implementación de 470 paneles de energía solar fotovoltaica, marca Helio Plus, modelo mono cristalinos de 450W de potencia y de 4 horas efectivas de generación, teniendo en cuenta que el Perú es el país con el mayor índice de radiación solar a nivel mundial.

La razón principal para la instalación de energía solar fotovoltaica en los techos del desarrollo inmobiliario B estudiado, es reducir las emisiones del sector de la construcción ya que es responsable de casi el 40% de las emisiones de CO₂ y del 35% del consumo de la energía en el mundo, usándose 17.5% de energía en los edificios y en donde el 10.9% está directamente relacionado con el sector residencial que mayoritariamente se albergan en ciudades que experimentan problemas sociales persistentes como: inseguridad, movilidad, necesidades de eficiencia energética, eficiencia hídrica, calidad de aire interior y exterior entre otros, por lo que debe ser un compromiso inaplazable el de integrar la inteligencia, conectividad y las tecnologías, no solo para liderar el crecimiento y evolución social, sino simplemente para no colapsar, ya que el parque inmobiliario utiliza entre el 60 y 80% de las necesidades energéticas a nivel global, lo cual se argumenta soportado por el informe de la convención marco sobre el cambio climático en el período del 1990 – 2021, donde el efecto del calentamiento de nuestro clima producido por los gases de efecto invernadero han aumentado casi un 50% impulsado principalmente por el incremento del CO₂. El problema surge cuando la producción de energía en la edificación del proyecto B se ve reflejada por un consumo total anual de 934,079.44 KWh y un factor de emisión de 404.45 mtCO_{2eq}.

La implementación de 470 paneles fotovoltaicos conduciría a un ahorro anual de 308,790 Kwh, donde si se considera una tarifa de S/. 0.63 por Kwh se estaría ahorrando con esta implementación S/. 194,537.70 y se reducirían 218.900 mtCO_{2eq} de las emisiones de GEI, por estas razones es necesario trabajar en la huella energética del parque inmobiliario ya que tienen un enorme potencial de mitigación de emisiones para reducir el impacto climático.

Por otro lado, a través del análisis económico y con la evaluación del flujo de caja para un período de evaluación de 10 años, donde la tasa de descuento es de 8.6%, se

observó que el costo de inversión se recupera luego de 4 años a partir del cual se obtienen beneficios económicos, además al calcular la TIR se obtuvo como resultado 28.08% mayor a la tasa de descuento representada por el 8.6%, por lo cual se puede concluir que el proyecto es viable.

Por lo que teniendo en cuenta que la energía solar fotovoltaica se considera “limpia” y que su implementación contribuiría a mitigar el impacto del cambio climático y a que la relación entre la huella energética y la calidad de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares se encuentren alineadas con las metas de los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030 ya que reduciría el efecto del calentamiento de nuestro clima producido por los gases de efecto invernadero impulsado principalmente por el incremento del CO₂ con efectos desfavorables para el ambiente y la salud de las personas.

CONCLUSIONES

- La relación de la huella energética con la calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima, se relacionan en forma directa evidenciándose que no se consideran algún tipo de mitigación en cuanto a sus emisiones de gases de efecto invernadero.
- La relación de la huella energética con el uso ineficiente de los recursos energéticos de los usuarios de las edificaciones multifamiliares, es de forma directa ya que existe una correlación significativa alta entre las variables Kg de CO₂ y Kw por el uso de equipos eléctricos.
- En la relación al bienestar emocional con la calidad de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares, existe una conexión directa, entre estas variables, ya que el uso de electrodomésticos de forma ineficiente lleva a la producción de CO₂ que es un contaminante que pone en riesgo al ambiente y la salud de las personas ocasionando graves enfermedades e inclusive la muerte.

RECOMENDACIONES

- Se deben establecer estrategias enfocadas en energías renovables encaminadas a dejar la dependencia de la matriz energética del país que aún es altamente dependiente de combustibles fósiles, respaldadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones, Código Técnico de Construcción Sostenible de forma obligatoria y no voluntaria como es hasta la fecha, ya que de esta forma se contribuiría a mitigar el impacto del cambio climático y a que la relación entre la huella energética y la calidad de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares se encuentren alineadas con las metas de los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030.
- Conjuguar esfuerzos intersectoriales a fin de que se propongan auditorías energéticas para las edificaciones multifamiliares para de esta forma lograr un parque inmobiliario cero carbono a través de la visualización del CO₂ así como encaminarse hacia una transición de energía limpias.
- Contar con una base de datos de acceso abierto del consumo energético y la calidad de aire de las edificaciones para que todos los actores involucrados del sector construcción tomen conciencia de la importancia de tener un consumo sostenible de energía a fin de reducir el efecto del calentamiento de nuestro clima producido por los gases de efecto invernadero impulsado principalmente por el incremento del CO₂ con efectos desfavorables para el ambiente y la salud de las personas.

REFERENCIAS

- Álvarez, G. (2013). Energía en Edificaciones Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico. *Revista Mexicana de Física*, 59(2), pp. 44-51. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57030971006>
- Agencia de Protección ambiental de Estados Unidos (EPA) (2019). *La energía y el medioambiente. Consumo de electricidad en el hogar*. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero-cálculos-y>
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2019). *La energía y el medioambiente. Uso energético en el hogar*. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero-cálculos-y>
- Boerstra, K., Toftum, L. y Olesen, H. (2014). Impacto en la comodidad y el rendimiento del control personal sobre el ambiente térmico en verano: resultados de un estudio de laboratorio. *Build Environ*. 2015(87), pp 315-326. doi: 10.1016 / j. buildenv.2014.12.022
- Cordero S, KWok K. (2016). Una investigación longitudinal de los factores estresantes del entorno laboral sobre el desempeño y el bienestar de los trabajadores de oficina. *Appl Ergon* (52) pp. 104-111. doi: 10.1016 / j. apergo.2015.07.0105
- Cuchí, A., G. Wadel, F. López y A. Sagrera (2007). Guía de la Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (20 de diciembre de 2019). *Legionella (enfermedad del legionario y fiebre de Pontiac)*. <https://www.cdc.gov/legionella/index.html>.
- Chua, K., Chou, S., Yang, W. y Yan J. (2013). Lograr un mejor aire acondicionado energéticamente eficiente: una revisión de tecnologías y estrategias. *Appl Energy* (104) pp 87-104. doi: 10.1016 / j. apenergy.2012.10.037.

- Djongyang N., Tchinda R. y Njomo D. (2010): Confort térmico: un artículo de revisión. *Renovar Sustain Energy Rev*; 14 (9) pp. 2626-2640. doi: 10.1016 / j.rser.2010.07.04013
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B. y Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 29(3), pp. 234-254. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000300002>
- Erickson, V. y Cerpa, A. (2012). *Thermovote: detección participativa para un acondicionamiento eficiente de la climatización del edificio*. En: BuildSys 2012 - Actas del 4º Taller de ACM sobre sistemas integrados para la eficiencia energética en edificios. Nueva York, Nueva York, EE.UU. ACM Press; 2012: 9-16. doi: 10.1145 / 2422531.242253416
- European Comission (2020). *Directiva de rendimiento energético de los edificios* - directiva (UE) 2018/844. Eur-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32018L0844>
- Figueira, M., De Cabo, L.. y Faggi, A. (2017). Iluminación a partir de tecnología LED. Argentina, Universidad de Flores. <http://www.losverdes.org.ar/>
- Flores, P. (2021). La construcción sostenible en Latinoamérica. *Limaq* (7), pp. 161-173 <https://doi.org/10.26439/limaq2021.n007.5183>
- Frontczak M, Wargocki P. (2011). Encuesta de literatura sobre cómo diferentes factores influyen en la comodidad humana en ambientes interiores. *Build Environ*. (46) pp. 3-5 impactando los niveles individuales de motivación, estado de alerta, concentración y estado de ánimo.
- Frontczak M, Schiavon S, Goins J, Arens E, Zhang H. y Wargocki P. (2012). Relaciones cuantitativas entre la satisfacción de los ocupantes y los aspectos de satisfacción de la calidad ambiental interior y el diseño de edificios. *Aire interior* 22(2) pp. 119-131. doi: 10.1111 / j.1600-0668.2011.00745.

- Furuya S, Chimed-Ochir O, Takahashi K, David A. y Takala J. (2018). Global Asbestos Disaster. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*.
- Gangolells, M., Casals, M., Gassó, S., Forcada, N. Roca, X., y Fuerte, A. (2011). Assessing concerns of interested parties when predicting the significance of environmental impacts related to the construction process of residential buildings. *Building and Environment* 46 (5), pp. 1023-1037. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.11.004>
- Guillen, V., Quesada, F., López, M., Orellana, D. y Serrano, A (2015). Eficiencia energética en edificaciones residenciales. *Estoa*. 4(7), pp. 59-67. <https://doi.org/10.18537/est.v004.n007.07>
- Goldstein, B., Gounaridis, D. y Newell, J. (2020). The carbon footprint of household energy use in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(32), pp. 19122-19130. <https://www.pnas.org/content/pnas/117/32/19122.full.pdf>
- Greenpeace. (2020). *Toxic air: The price of fossil fuels*. <https://www.greenpeace.org/southeastasia/press/3594/toxic-air-the-price-of-fossil-fuels/>.
- Harvard T.H. Chan School of Public Health. (n.d.). *Coronavirus and air pollution*. <https://www.hsph.harvard.edu/c-change/subtopics/coronavirus-and-pollution/>.
- Hernández-Sánchez, J. (2011). *Metodología basada en ACV para la evaluación de sostenibilidad en edificios*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Hauschild, M. y Huijbregts, M. (2014). Life Cycle Impact Assessment.
- Houghton J., Callander, B. y Varney, S., (1992) Climate Change.
- Huizenga C, Abbaszadeh S, Zagreus L. y Arens E. (2006). Calidad del aire y confort térmico en edificios de oficinas: resultados de una gran encuesta de calidad ambiental interior. *Proceedings of Healthy Buildings* (3) pp. 393-397.

<http://escholarship.org/uc/item/7897g2f8;jsessionid=CEA1E13173D8003D5F74BD638E71785C>

Vimalanathan K, y Babu T. (2014) El efecto del entorno de oficina interior en el rendimiento laboral, la salud y el bienestar de los trabajadores de oficina. *J Environ Heal Sci Eng* 12 (1). doi: 10.1186 / s40201-014-0113-71112

Humphreys M. y Nicol J. (2002). Confort térmico adaptativo y estándares térmicos sostenibles para edificios. *Generación de energía* 34 (6), pp. 563-572. doi: 10.1016/ S0378-7788 (02) 00006-3

Huedo, P. (2014). La evaluación del impacto ambiental de la envolvente del edificio como herramienta de apoyo en la fase de diseño, aplicada a viviendas. *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=116256>

Huizenga C, Abbaszadeh S, Zagreus L, y Arens E. (2006). Calidad del aire y confort térmico en edificios de oficinas: resultados de una gran encuesta de calidad ambiental interior. *Proceedings of Healthy Buildings* (3) pp. 393-397. <http://escholarship.org/uc/item/7897g2f8;jsessionid=CEA1E13173D8003D5F74BD638E71785C>

International Energy Agency. (2021). *Fuels and technologies*. Iea. <https://www.iea.org/commentaries/how-appliances-have-supported-a-world-in-lockdown-and-what-this-means-for-energy-efficiency>.

Jacobs D., Kelly T. y Sobolewski J. (2007). Vinculando la salud pública, la vivienda y la política ambiental interior: éxitos y desafíos en las agencias locales y federales en los Estados Unidos. *Perspectiva de salud ambiental*. doi: 10.1289 / ehp.8990.

Kim, J., Schiavon, S. y Brager, G. (2018). De confort personal: un nuevo paradigma en confort térmico para el control ambiental centrado en los ocupantes. *Build Environ*, 132 pp. 114- 124. doi: 10.1016 / j. buildenv.2018.01.023

Leva, G. (2005). *Indicadores de calidad de vida urbana: Teoría y metodología*. Universidad Nacional de Quilmes. http://hm.unq.edu.ar/archivos_hm/GL_ICVU.pdf

Lira, A., Chávez, M. y Vilchis, S. (2019). ¿Qué es el análisis del ciclo de vida?

Martínez, C (2013) *La envolvente edilicia y su adaptación a clima mixto en Argentina: Recomendaciones de diseño en aspectos térmicos*. Editorial Académica Española.
https://www.researchgate.net/publication/280385988_La_envolvente_edilicia_y_sudasadaptacion_a_clima_mixto_en_Argentina_Recomendaciones_de_diseno_en_aspectos_termicos.

Mayorga, R., (2012). *Arquitectura y confort térmico*. Instituto Politécnico Nacional.
https://www.researchgate.net/publication/324953799_Arquitectura_y_Confort_Termico_Teor%C3%ADa_C%C3%A1lculo_y_Ejercicios.

Monteiroa, E., Fernández, John E., y Freire, B. (2016). *Análisis Energético Comparativo del Ciclo de Vida de una Casa Nueva y una Existente: La Importancia de los Hábitos de los Ocupantes, los Sistemas de Construcción y la Energía Incorporada*.

Muñoz, M., Muñoz, J. y Muñoz, D. (2020). *Huella Energética y el Consumo de Carbono de los Usuarios de las Edificaciones Multifamiliares de la Ciudad de Lima*

Noriega, C., Velasco, C., Pérez-Rojo, G., Carretero, I., Chulián, A. y López, J. (2017). Quality of Life, Well-Being and Values in older people. *Revista Clínica Contemporánea* 1(8), pp. 1-13. <https://doi.org/10.5093/cc2017a1>

Nuevo informe de IEA para acelerar la transición energética en las ciudades inteligentes. (2021) Smartcity. <https://www.esmartcity.es/2021/07/23/nuevo-informe-iea-para-acelerar-transicion-energetica-ciudades-inteligentes>

Organización Meteorológica Mundial (2019). La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcanza un nuevo récord.
<https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-concentraci%C3%B3n-de-gases-de-efecto-invernadero-en-la-atm%C3%B3sfera-alcanza>.

Organización Mundial de la Salud (2017). Directrices para la calidad del agua potable. 4ª ed. Ginebra, Suiza: Prensa de la OMS.

- Oropeza, I. (2008). Potencial Estimado para el Aprovechamiento de la Ventilación Natural para la Climatización de Edificios en México. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional UNAM. http://132.248.9.195/ptd2009/enero/0637754/0637754_A1
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J. y Pout, C. (2008). Una revisión sobre la información de consumo energético de los edificios. *Generación de energía*. 2008; 40 (3), pp. 394-398. Doi.10.1016/j.enbuild.2007.03.007
- Petroche1, D., Ramírez, A. y Rodríguez, C. (2015). Evaluación del ciclo de vida de los edificios residenciales
- Putra J. (2017): Un estudio de confort térmico y satisfacción de los ocupantes en la oficina. *Procedia Eng.* 2017; 170: 240-247. Doi: 10.1016 / J. PROENG.2017.03.057.
- Ramírez, C. (2019): Estudio de una empresa de iluminación, propuestas de análisis de mejoras Rauf, A.; Crawford, Robert H. (2015). Vida Útil del Edificio y su Efecto en el Ciclo de Vida de la Energía Incorporada de los Edificios
- Reus, G. (2018). Metodología de Cálculo Simplificado para el Consumo Energético en Acondicionamiento de Edificios Residenciales en Clima Templado.
- Sabogal, A. (2015). Análisis de Costo / Beneficio en la Implementación de Sistemas de Iluminación Led en la Construcción de Vivienda Multifamiliar de Estrato 4 en la Ciudad de Bogotá.
- Seif Hattan, A. , Tomasetti T. (2021) Validación de un área de diseño emergente a través de asociaciones de investigación entre la industria y la academia
- Servicio de Extensión Cooperativa. Universidad de Kentucky, (2000). Contaminantes comunes del aire en interiores: fuentes e impactos en la salud. <http://www2.ca.uky.edu/hes/fcs/factshts/HF-LRA.161.PDF>,

Schiller G, Arens E, Bauman F, Benton C, Fountain M. (2017). Un estudio de campo de ambientes térmicos y confort en edificios de oficinas. ASHRAE Trans. 1988; 94 Parte

Tinsa, M. (2018). Informe de coyuntura inmobiliaria – Lima Metropolitana y Callao

Urbano, R. y de la Plaza, L. (2017). Elements of Sustainable Architecture 1st Edition.

Van Hoof J. (2008): Cuarenta años del modelo de confort térmico de Fanger: ¿Confort para todos? Aire interior. 2008; 18 (3): 182-201. doi: 10.1111 / j.1600-0668.2007.00516.x4

Viladomiu, E. (2008) Proyecto RehEnergía.Rehabilitación Energética de edificios de viviendas. Madrid

Wagner, A., O'Brien, W. and Dong B. (2018). Exploring Occupant Behavior in Buildings. ResearchGate. DOI:10.1007/978-3-319-61464-9.
https://www.researchgate.net/publication/322177151_Exploring_Occupant_Behavior_in_Buildings_Methods_and_Challenges

Wang J, Engvall K, Smedje G, y Norbäck D. (2014): Rhinitis, Asthma and Respiratory Infections among Adults in Relation to the Home Environment in Multi-Family Buildings in Sweden. PLoS ONE 9(8): e105125.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105125>

World Health Organization. (2014). Burden of disease from the joint effects of household and ambient air pollution for 2012. https://www.who.int/airpollution/data/AP_joint_effect_BoD_results_May2018.pdf.

World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.

5 ANEXOS

ANEXO A.

Tabla 64.

Conceptualización de Calidad de Vida

Referencia	Conceptualización
David Morris (1979) (1)	Cuantificable, medible y objetiva. Indagan en el ambiente externo a las personas toda una gama de bienes y servicios que, potencialmente, deben estar a disposición de los individuos para la satisfacción de sus necesidades materiales e inmateriales.
Hornquist (1982) (2)	Define en términos de satisfacción de necesidades en las esferas física, psicológica, social, de actividades, material y estructural.
Rettig y Bubolz (1983) (3)	Cualitativa, no mensurable y subjetiva. Enfatizan el ambiente interno de las personas, culminando en aspectos exclusivamente perceptivos de contento o descontento ante diferentes dimensiones de la vida, en general, y de aquellos bienes y servicios, en particular.
Ferrans (1990) (4)	Calidad de vida general definida como el bienestar personal derivado de la satisfacción o insatisfacción con áreas que son importantes para él o ella.
Bigelow et al., (1991) (5)	Ecuación en donde se balancean la satisfacción de necesidades y la evaluación subjetiva de bienestar.
Organización Mundial de la Salud (1995) (6)	Se entiende por Calidad de Vida (CV) “aquellas percepciones del individuo de su posición en la vida en el contexto de la cultura y el sistema de valores en los que vive en relación con sus objetivos, expectativas, estándares y preocupaciones”.
Benavidez Oballos (1998) (7)	El grado de satisfacción de la demanda de necesidades y/o aspiraciones por parte de individuos que ocupan un espacio urbano, obtenido mediante estrategias ordenadoras que actúan directamente sobre el componente físico espacial del área considerada, e indirectamente sobre los componentes social, económico, político y cultural; estableciendo relaciones de calidad entre los mismos.
Luengo (1998) (8)	Las condiciones óptimas que rigen el comportamiento del espacio habitable en términos de confort asociados a lo ecológico, biológico, económico productivo, socio - cultural, tipológico, tecnológico y estético en sus dimensiones espaciales.
Martin & Stockler (1998) (9)	Tamaño de la brecha entre las expectativas individuales y la realidad a menor intervalo, mejor calidad de vida.
Haas (1999) (10)	Evaluación multidimensional de circunstancias individuales de vida en el contexto cultural y valórico al que se pertenece.
Pérez Maldonado (1999) (11)	Unas condiciones óptimas que se conjugan y determinan sensaciones de confort en lo biológico y psicosocial dentro del espacio donde el hombre habita y actúa, las mismas en el ámbito de la ciudad están íntimamente vinculadas a un determinado grado de satisfacción de unos servicios y a la percepción del espacio habitable como sano, seguro y grato visualmente.
Lawton (2001) (12)	Evaluación multidimensional, de acuerdo a criterios intrapersonales y socio-normativos, del sistema personal y ambiental de un individuo.
Beltramin (2003) (13)	El grado en que una sociedad posibilita la satisfacción de las necesidades de los miembros que la componen, las cuales son múltiples y complejas.

Nota: Adaptación del Social Indicators Research

ANEXO B

Tabla 65.

Potencial de ahorro de las medidas en la demanda energética de climatización

Medida	Potencial	Autor
Aislamiento fachada	< 15%	Cuchí y col. (2007)
	5% - 16%	Viladomiu (2008)
	4% - 49%	Rodriguez (2010)
Aislamiento cubierto	< 4%	Cuchí y Col. (2007)
	< 12%	Rodriguez (2010)
	4% - 14%	Viladomiu (2008)
Aislamiento fachada y cubierta	< 18%	Luxan y col. (2010a)
Huecos	< 9%	Cuchí y col. (2007)
	3% - 10%	Viladomiu (2008)
	8% - 13%	Rodriguez (2010)
	14% - 20%	Balaras y col. (2007)
	18% - 25%	Luxan y col. (2010a)
Aislamiento + Huecos		Garrido-Soriano y Col.
	14% - 29%	(2012)
Estanqueidad	37% - 41%	Fundación Entorno (2009b)
	16% - 21%	Balaras y col. (2007)
	12% - 44%	Rodriguez (2010)
Protección solar*	< 10%	Cuchí y col. (2007)
Ventilación natural*	< 60%	Cuchí y col. (2007)
Energía solar térmica	15% - 30%	Viladomiu (2008)
Cambo a gas natural	5% - 10%	Viladomiu (2008)
Equipos eficientes	< 25%	Cuchí y col. (2007)
Regulación calefacción	< 20%	Cuchí y col. (2007)
Mantenimiento	10% - 12%	Balaras y col. (2007)
Combinación	72% - 78%	Fundación Entorno (2009b)

Hábitos de consumo

9%

Guerra

(2008)

ANEXO C.

Figura 57.

Encuesta Huella energética y su relación con la calidad de vida. Aplicada a 95 usuarios de las 2 edificaciones de los proyectos A y B ubicados en el Sector 37 y 41 del distrito de Santiago de Surco de Lima: Huella energética y su relación con la calidad de vida

ENCUESTA: HUELLA ENERGÉTICA Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE VIDA

Estimado colaborador (a):

Muchas gracias por prestarme parte de su tiempo en responder a las preguntas de este formulario el cual será utilizado para realizar un estudio de la huella energética y la calidad de vida de los habitantes de las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco.

Todos los datos se tratarán con estricta confidencialidad.

Se recomienda hacer caso de las observaciones que puedan aparecer al final de cada pregunta para no invalidar su respuesta.

Muchas gracias por su apoyo.-

***Obligatorio**

1. Pregunta 1: Mencione el área de su departamento

Marca solo un óvalo.

☐ 60 m²

☐ 74 m²

2. Pregunta 2: De las personas que viven en el departamento indicar el rango de edad y la cantidad *

Selecciona todos los que correspondan.

	menor de 10 años	Entre 11 y 21 años	Entre 22 y 40 años	Mas de 40 años
1 persona	☐	☐	☐	☐
2 personas	☐	☐	☐	☐
3 personas	☐	☐	☐	☐
4 personas	☐	☐	☐	☐
5 personas	☐	☐	☐	☐
6 personas	☐	☐	☐	☐
Más de 6 personas	☐	☐	☐	☐

3. Pregunta 3: De las personas que viven en el departamento ¿cuántos días a la semana realizan trabajo online en casa?

Selecciona todos los que correspondan.

	1 día	entre 2 y 3 días a la semana	entre 4 y 5 días a la semana	Todos los días de la semana
1 persona	☐	☐	☐	☐
2 personas	☐	☐	☐	☐
3 personas	☐	☐	☐	☐
mas de 4 personas	☐	☐	☐	☐
Ninguna	☐	☐	☐	☐

4. Pregunta 4: De las personas que viven en el departamento ¿Cuántos días a la semana reciben clases online desde la casa?

Selecciona todos los que correspondan.

	1 día	entre 2 y 3 días	entre 4 y 5 días	Todos los días de la semana
1 persona	☐	☐	☐	☐
2 personas	☐	☐	☐	☐
3 personas	☐	☐	☐	☐
Más de 4 personas	☐	☐	☐	☐
Ninguna	☐	☐	☐	☐

6. Pregunta 6: Indique el rango de su ingreso familiar en soles *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Menos de 8000
- ☐ entre 8001 y 15000
- ☐ entre 15001 y 30000
- ☐ Más de 30000

5. Pregunta 5: De las personas que viven en casa indicar su nivel de educación y cantidad

Selecciona todos los que correspondan.

	Inicial	Primaria	Secundaria	Técnica	Universitaria	Maestría	Doctorado
1	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

7. Pregunta 7: Indique la cantidad de los siguientes electrodomésticos que tiene en su departamento (Nota: En esta pregunta es importante que responda toda las filas, en caso de no tener el electrodoméstico colocar No tengo)

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	Más de 3	No tengo
Refrigeradora	☐	☐	☐	☐	☐
Cocina eléctrica	☐	☐	☐	☐	☐
Horno eléctrico	☐	☐	☐	☐	☐
Campana extractora	☐	☐	☐	☐	☐
Horno microondas	☐	☐	☐	☐	☐
Licuada	☐	☐	☐	☐	☐
Batidora	☐	☐	☐	☐	☐
Olla arrocera	☐	☐	☐	☐	☐
Wafiera	☐	☐	☐	☐	☐
Cafetera	☐	☐	☐	☐	☐
Hervidora eléctrica	☐	☐	☐	☐	☐
Picatodo	☐	☐	☐	☐	☐
Tostadora	☐	☐	☐	☐	☐
Lavadora	☐	☐	☐	☐	☐
Secadora de ropa	☐	☐	☐	☐	☐
TV 14"	☐	☐	☐	☐	☐
TV 20"	☐	☐	☐	☐	☐
TV 29"	☐	☐	☐	☐	☐
Parrillas eléctricas	☐	☐	☐	☐	☐
termas eléctricas	☐	☐	☐	☐	☐
Aire acondicionado	☐	☐	☐	☐	☐
Estufa eléctrica termo-ventilador	☐	☐	☐	☐	☐
Plancha eléctrica	☐	☐	☐	☐	☐
Secadora de cabello	☐	☐	☐	☐	☐
Aspiradora	☐	☐	☐	☐	☐
Lustradora	☐	☐	☐	☐	☐
Ducha eléctrica	☐	☐	☐	☐	☐

Computadora de escritorio	☐	☐	☐	☐	☐
Laptop	☐	☐	☐	☐	☐
Impresora	☐	☐	☐	☐	☐

8. Pregunta 8: ¿Qué tipo de accesorios para iluminación usa en su departamento?

★ ★

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Focos ahorradores
- ☐ Fluorescentes lineales
- ☐ Fluorescentes circulares
- ☐ Focos LED
- ☐ Focos diódicos LED
- ☐ Focos reflectores
- ☐ Lámparas halógenas y de xenón

9. Pregunta 9: ¿Cuántas horas al día usa luz artificial en cada una de estas áreas del departamento? *

Selecciona todos los que correspondan.

	Sala/comedor	Cocina	Baños	Cuartos	Terraza
1 hora	☐	☐	☐	☐	☐
entre 2 y 3 horas	☐	☐	☐	☐	☐
entre 4 y 5 horas	☐	☐	☐	☐	☐
entre 6 y 7 horas	☐	☐	☐	☐	☐

10. Pregunta 10: Si usa calefacción en invierno indique las horas al día que la usa *

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ 1 hora
- ☐ entre 1 y 2 horas
- ☐ entre 2 y 4 horas
- ☐ entre 4 a 8 horas
- ☐ de 8 a 12 horas
- ☐ Más de 12 horas
- ☐ No uso

11. Pregunta 11: Si usa aire acondicionado en verano indique las horas al día que lo usa

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ 1 hora
- ☐ entre 1 y 2 horas
- ☐ entre 2 y 4 horas
- ☐ entre 4 a 8 horas
- ☐ de 8 a 12 horas
- ☐ Más de 12 horas
- ☐ No uso

12. Pregunta 12: Si usa ventanas antiruido en su departamento, indique en que zonas

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Sala/comedor
☐ Dormitorios
☐ No tengo ventanas antiruido

13. Pregunta 13: Coloca el tipo de enfermedad crónica que padeces y las veces al año que visitas al médico por su causa

Marca solo un óvalo por fila.

	1 vez	2 veces	3 veces	4 veces	5 veces	6 veces	7 veces	Más
Asma	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Hipertensión	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Diabetes	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Colesterol y Triglicéridos	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Alergias	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Enfermedades al corazón	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Insomnio	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
No sufro	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

14. Pregunta 14: ¿Qué cantidad de kw refleja su último recibo de luz? En caso de no contar con un recibo a la mano, indicar el monto aproximado en soles de su cuenta promedio mensual. En la figura adjunta se muestra donde leer la energía utilizada

DETALLE DEL CONSUMO DE ENERGÍA	
Última Lectura	40847.00 (09/02/22)
Lectura Anterior	40562.10 (08/01/22)
Diferencia lecturas	284.90
Factor del medidor	1
Energía a facturar	284.90 kW.h

15. Agradezco vuestra participación que ayudará a determinar la huella energética y la calidad de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares en el distrito de Santiago de Surco. *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Finalizar

Nota: elaboración propia

ANEXO D

Tabla 66.

Matriz de Consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<i>Problema principal</i> ¿En qué medida se relaciona la huella energética con la calidad de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima-Perú? <i>Problemas secundarios</i> a) ¿En qué medida se relaciona el consumo energético con el estilo de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima-Perú? b) ¿En qué medida se relaciona el bienestar emocional con la calidad de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima-Perú?	<i>Objetivo principal</i> Determinar la relación de la huella energética con la calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima-Perú <i>Objetivos secundarios</i> a) Determinar la relación del consumo energético con el estilo de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima-Perú. b) Determinar la relación del bienestar emocional con la calidad de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima-Perú.	<i>Hipótesis principal</i> La huella energética se relaciona significativamente con la calidad de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima-Perú. <i>Hipótesis secundarias</i> a) El consumo energético se relaciona significativamente con el estilo de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima-Perú. b) El bienestar emocional se relaciona significativamente con la calidad de vida de los usuarios de las edificaciones multifamiliares del distrito de Santiago de Surco de Lima-Perú.	Variable independiente: Huella energética. Variable dependiente: Calidad de vida.	Energía Confort Estilo de vida	KWh Cant. Lx °C Cant. dB Ing. per cápita Niv. de educación Nro. visitas al medico	<i>Método General:</i> Proceso sistemático <i>Tipo de investigación:</i> No Experimental <i>Nivel de investigación:</i> Correlacional-Causal <i>Población y muestra:</i> -Población: 192 departamentos. -Muestra: 95 departamentos <i>Muestreo:</i> No probabilística por conveniencia <i>Técnicas e instrumentos:</i> -Técnica: Datos energéticos por consumo y Encuesta -Instrumento: Matriz de información y Cuestionarios

ANEXO E.

Figura 58.

Resultados de la encuesta aplicada para elaborar datos demográficos.

Nº	Tipo Res	TIPO A/B	Área depto	tipo area	< 10 AÑOS	11 Y 21	22 Y 40	MAS DE 40	TOTAL PERS	1	3	5	7	TOTT MENS	1	3	5	7	TOTCM EN	ini	pri	sec	tec	uni	mae	doc	total	Ingreso familiar
1	1	TIPO A	60 m2	1	1	1	0	1	3	0	0	1	0	20	0	0	2	0	40	1	0	1	0	1	0	0	3	Menos de 8000
2	1	TIPO A	74 m2	2	0	0	1	2	3	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3	entre 8001 y 15000
3	1	TIPO A	60 m2	1	1	0	2	0	3	0	0	1	0	20	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	3	Menos de 8000
4	1	TIPO A	60 m2	1	0	2	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	40	0	0	2	0	2	0	0	4	entre 8001 y 15000
5	1	TIPO A	74 m2	2	2	0	0	2	4	1	0	0	0	4	0	0	2	0	40	0	2	0	0	0	2	0	4	8000
6	1	TIPO A	60 m2	1	0	1	1	2	4	0	0	2	0	40	0	0	2	0	40	0	0	2	0	0	1	1	4	entre 8001 y 15000
7	1	TIPO A	74 m2	2	2	0	0	2	4	0	1	0	0	12	0	0	2	0	40	1	1	0	0	2	0	0	4	entre 15001 y 30000
8	1	TIPO A	74 m2	2	1	1	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	40	1	0	1	0	2	0	0	4	entre 8001 y 15000
9	2	TIPO B	74 m2	2	1	2	3	0	6	0	0	1	0	20	0	0	2	0	40	1	0	2	0	2	1	0	6	entre 15001 y 30000
10	1	TIPO A	74 m2	2	1	0	0	2	3	0	1	0	0	12	0	0	1	0	20	1	0	0	0	0	2	0	3	entre 8001 y 15000
11	1	TIPO A	74 m2	2	0	2	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	40	0	1	0	1	1	1	0	4	entre 8001 y 15000
12	2	TIPO B	60 m2	1	0	1	2	0	3	0	0	1	0	20	0	0	1	0	20	0	0	1	0	0	2	0	3	Más de 30001
13	1	TIPO A	74 m2	2	0	0	0	2	2	0	0	1	0	20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	8000
14	2	TIPO B	60 m2	1	0	2	0	2	4	0	0	0	1	28	0	0	2	0	40	1	1	0	0	0	2	0	4	entre 15001 y 30000
15	1	TIPO A	74 m2	2	2	1	0	2	5	0	0	1	0	20	0	0	3	0	60	1	1	1	1	0	1	0	5	8000
16	1	TIPO A	74 m2	2	1	1	3	0	5	0	0	0	1	28	0	2	0	0	24	1	0	2	0	2	0	0	5	8000

Huella energética y calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares

Davila Fernandez S., Pereyra Salardi E., Cruz Pereyra A., Chauca Saavedra M., Esenarro Vargas D.

ISBN: 978-987-82912-9-1

17	1	TIPO A	74 m2	2	1	0	0	2	3	0	1	0	1	40	0	2	0	0	24	1	0	0	2	0	0	0	3	8000	1	
18	1	TIPO A	74 m2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20	0	0	0	0	2	0	0	2	8000	1	
19	1	TIPO A	74 m2	2	1	0	1	2	4	0	0	0	1	28	0	1	0	0	12	0	1	0	1	2	0	0	4	8000	1	
20	2	TIPO B	60 m2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	entre 15001 y 30000	3		
21	1	TIPO A	60 m2	1	1	1	0	3	5	0	0	1	1	28	0	0	1	0	20	1	0	2	0	1	1	0	5	8000	1	
22	1	TIPO A	74 m2	2	1	1	0	2	4	0	0	1	0	20	0	2	0	0	24	0	1	1	0	0	2	0	4	entre 8001 y 15000	2	
23	2	TIPO B	74 m2	2	3	0	0	2	5	0	0	0	2	56	0	2	0	0	24	1	2	0	0	0	2	0	5	30001	4	
24	1	TIPO A	60 m2	1	0	2	0	2	4	0	0	1	0	20	0	0	2	0	40	0	0	2	0	0	0	2	4	8000	1	
25	1	TIPO A	74 m2	2	1	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	24	0	1	1	0	0	0	1	3	8000	1	
26	2	TIPO B	74 m2	2	1	0	2	0	3	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	3	entre 8001 y 15000	2	
27	1	TIPO A	60 m2	1	1	0	0	2	3	0	0	0	1	28	0	1	0	0	12	0	1	0	0	2	0	0	3	8000	1	
28	1	TIPO A	60 m2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	8000	1	
29	1	TIPO A	74 m2	2	0	2	0	2	4	0	0	1	0	20	0	2	0	0	24	0	2	0	0	0	2	0	4	8000	1	
30	2	TIPO B	60 m2	1	0	1	2	0	3	0	1	0	0	12	0	0	1	0	20	0	0	1	0	2	0	0	3	30001	4	
31	1	TIPO A	60 m2	1	2	0	0	1	3	0	0	1	0	20	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3	entre 8001 y 15000	2	
32	1	TIPO A	74 m2	2	0	1	2	0	3	0	0	1	0	20	0	0	1	0	20	0	0	1	0	0	2	0	3	entre 8001 y 15000	2	
33	1	TIPO A	74 m2	2	2	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	20	0	2	0	0	2	0	0	4	8000	1		
34	1	TIPO A	74 m2	2	0	0	2	0	2	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	8000	1	
35	1	TIPO A	60 m2	1	0	1	3	2	6	0	0	1	0	20	0	0	2	0	40	0	1	2	0	3	0	0	6	8000	1	
36	1	TIPO A	74 m2	2	1	0	0	2	3	0	0	1	0	20	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3	8000	1	
37	2	TIPO B	74 m2	2	0	2	2	1	5	0	0	1	0	20	0	2	0	0	48	0	0	2	1	2	0	0	5	30001	4	
38	1	TIPO A	60 m2	1	1	2	2	0	5	0	1	1	0	20	0	0	2	0	40	0	0	1	2	0	0	2	0	5	8000	1
39	1	TIPO A	74 m2	2	1	1	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	5	entre 8001 y 15000	2	
40	1	TIPO A	60 m2	1	0	1	2	2	5	0	1	0	1	28	0	2	0	0	24	0	1	2	0	0	2	0	5	8000	1	
41	1	TIPO A	74 m2	2	1	0	2	2	5	1	1	0	0	12	0	2	0	0	24	0	0	2	1	0	2	0	5	8000	1	
42	1	TIPO A	60 m2	1	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20	1	0	0	1	0	0	0	2	entre 8001 y 15000	2	
43	2	TIPO B	60 m2	1	0	2	3	1	6	0	0	0	1	28	0	0	2	0	40	0	1	2	1	0	2	0	6	entre 15001 y 30000	3	
44	2	TIPO B	60 m2	1	2	1	2	0	5	0	0	1	1	48	0	2	0	0	24	0	2	1	0	0	2	0	5	entre 15001 y 30000	3	
45	2	TIPO B	60 m2	1	1	0	2	0	3	0	1	0	0	12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3	30001	4	
46	2	TIPO B	74 m2	2	0	0	2	0	2	0	0	2	0	40	0	0	1	0	20	0	0	0	0	2	0	0	2	30001	4	
47	2	TIPO B	60 m2	1	0	1	2	0	3	0	1	0	0	12	0	0	1	0	20	0	1	0	0	2	0	0	3	entre 15001 y 30000	3	
48	1	TIPO A	60 m2	1	0	3	0	2	5	0	2	0	0	12	0	0	3	0	60	0	0	3	0	0	1	1	5	entre 8001 y 15000	2	
49	2	TIPO B	74 m2	2	1	0	2	0	3	0	2	0	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3	30001	4	
50	1	TIPO A	60 m2	1	0	1	0	2	3	1	0	0	0	4	0	1	0	0	12	0	1	0	0	2	0	0	3	30001	4	
51	1	TIPO A	74 m2	2	2	0	2	0	4	1	0	0	0	4	0	1	0	0	12	0	1	1	0	2	0	0	4	30001	4	
52	1	TIPO A	74 m2	2	1	2	0	2	5	0	0	1	0	20	0	0	3	0	60	0	1	2	0	0	2	0	5	entre 8001 y 15000	2	
53	1	TIPO A	60 m2	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	entre 8001 y 15000	2	
54	2	TIPO B	74 m2	2	1	2	2	0	5	0	0	2	0	20	0	0	3	0	60	0	1	2	0	0	2	0	5	entre 15001 y 30000	3	
55	1	TIPO A	60 m2	1	1	0	2	0	3	0	0	1	0	20	0	1	0	0	12	0	1	0	0	2	0	0	3	entre 8001 y 15000	2	

Huella energética y calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares

Davila Fernandez S., Pereyra Salardi E., Cruz Pereyra A., Chauca Saavedra M., Esenarro Vargas D.

ISBN: 978-987-82912-9-1

56	2	TIPO B	74 m2	2	2	2	2	2	8	0	0	0	3	28	0	2	0	0	60	0	2	2	0	2	0	2	8	entre 15001 y 30000	3
57	2	TIPO B	74 m2	2	1	1	1	2	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	24	0	1	1	0	1	2	0	5	entre 15001 y 30000	3
58	2	TIPO B	74 m2	2	0	0	2	0	2	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	entre 8001 y 15000	2
59	2	TIPO B	74 m2	2	1	0	1	0	2	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	entre 15001 y 30000	3
60	1	TIPO A	60 m2	1	0	0	2	0	2	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	entre 8001 y 15000	2
61	1	TIPO A	60 m2	1	1	1	1	2	5	0	0	0	1	28	0	0	1	0	20	1	1	1	0	0	2	0	5	8000	1
62	1	TIPO A	60 m2	1	1	1	1	2	5	0	0	0	1	28	0	0	2	0	40	1	1	1	0	0	2	0	5	8000	1
63	1	TIPO A	74 m2	2	0	1	2	0	3	0	0	0	1	28	0	0	1	0	20	0	0	1	0	0	2	0	3	entre 8001 y 15000	2
64	2	TIPO B	74 m2	2	2	0	1	0	3	0	0	0	1	28	0	2	0	0	24	0	0	2	0	1	0	0	3	entre 15001 y 30000	3
65	1	TIPO A	60 m2	1	1	0	2	0	3	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3	entre 8001 y 15000	2
66	2	TIPO B	74 m2	2	0	0	0	2	2	0	0	0	2	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	entre 8001 y 15000	2
67	1	TIPO A	60 m2	1	1	2	2	2	7	0	0	0	0	0	0	0	3	0	60	1	2	2	0	0	2	0	7	entre 8001 y 15000	2
68	1	TIPO A	60 m2	1	1	1	0	2	4	0	0	0	1	28	0	0	2	0	40	0	1	1	0	0	2	0	4	8000	1
69	1	TIPO A	74 m2	2	0	2	2	0	4	0	0	1	0	20	0	0	2	0	40	0	0	2	0	0	2	0	4	entre 8001 y 15000	2
70	2	TIPO B	74 m2	2	2	0	1	1	4	0	0	0	1	28	0	0	2	0	40	0	2	0	0	1	1	0	4	entre 15001 y 30000	3
71	2	TIPO B	60 m2	1	2	0	0	2	4	0	0	1	0	20	0	0	1	0	20	0	0	2	0	0	2	0	4	entre 15001 y 30000	3
72	1	TIPO A	60 m2	1	0	1	2	2	5	0	0	1	0	20	0	0	1	0	20	0	1	2	0	2	0	0	5	8000	1
73	1	TIPO A	60 m2	1	0	1	0	2	3	0	0	0	1	28	0	0	1	0	20	0	0	1	0	0	2	0	3	entre 8001 y 15000	2
74	1	TIPO A	74 m2	2	2	1	1	1	5	0	0	0	1	28	0	0	1	0	20	0	2	1	0	1	1	0	5	entre 8001 y 15000	2
75	1	TIPO A	60 m2	1	3	0	1	1	5	0	0	1	0	20	0	0	1	0	20	0	3	0	0	1	1	0	5	entre 8001 y 15000	2
76	2	TIPO B	74 m2	2	0	2	0	2	4	0	0	0	1	28	0	0	2	0	40	0	0	2	0	0	2	0	4	entre 8001 y 15000	2
77	1	TIPO A	74 m2	2	1	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20	0	1	0	0	2	0	0	3	entre 8001 y 15000	2
78	2	TIPO B	74 m2	2	1	0	2	0	3	0	1	0	0	12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3	entre 15001 y 30000	3
79	1	TIPO A	74 m2	2	1	1	1	2	5	0	0	1	0	20	0	0	1	0	20	0	1	2	0	0	2	0	5	entre 8001 y 15000	2
80	2	TIPO B	60 m2	1	1	0	2	0	3	0	0	0	1	28	0	0	1	0	20	0	1	0	0	2	0	0	3	entre 15001 y 30000	3
81	1	TIPO A	74 m2	2	1	1	1	3	6	0	0	0	1	28	0	0	3	0	60	0	2	1	0	1	1	1	6	entre 8001 y 15000	2
82	1	TIPO A	60 m2	1	0	2	0	2	4	0	0	0	1	28	0	0	1	0	20	0	0	2	0	0	2	0	4	8000	1
83	2	TIPO B	74 m2	2	0	0	1	2	3	0	0	0	1	28	0	0	1	0	20	0	0	1	0	2	0	0	3	entre 8001 y 15000	2
84	1	TIPO A	60 m2	1	0	0	0	2	2	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	entre 8001 y 15000	2
85	1	TIPO A	74 m2	2	0	0	2	2	4	0	1	0	0	12	0	0	1	0	20	0	0	0	2	0	2	0	4	entre 8001 y 15000	2
86	1	TIPO A	60 m2	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	entre 8001 y 15000	2
87	1	TIPO A	74 m2	2	3	0	2	0	5	0	0	0	1	56	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	5	8000	1
88	2	TIPO B	74 m2	2	2	0	2	0	4	0	0	0	1	28	0	0	1	0	20	0	0	2	0	2	0	0	4	entre 8001 y 15000	2

Huella energética y calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares

Davila Fernandez S., Pereyra Salardi E., Cruz Pereyra A., Chauca Saavedra M., Esenarro Vargas D.

ISBN: 978-987-82912-9-1

89	1	TIPO A	60 m2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20	0	0	0	0	0	0	1	1	8000	1
90	1	TIPO A	60 m2	1	0	0	0	2	2	0	1	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	entre 8001 y 15000	2
91	1	TIPO A	74 m2	2	1	1	1	2	5	0	0	1	0	40	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	0	5	8000	1	
92	2	TIPO B	74 m2	2	1	1	0	2	4	0	1	0	0	24	0	0	1	0	20	0	1	1	0	2	0	0	4	entre 8001 y 15000	2
93	1	TIPO A	60 m2	1	0	0	3	2	5	0	0	0	2	28	0	0	2	0	40	0	0	3	0	0	2	0	5	8000	1
94	2	TIPO B	74 m2	2	1	0	2	0	3	0	0	0	1	28	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3	entre 15001 y 30000	3
95	1	TIPO A	60 m2	1	1	0	2	0	3	0	0	1	0	20	0	0	1	0	20	0	1	0	0	2	0	0	3	entre 8001 y 15000	2
125		0		147	74	64	104	112	354	4	17	33	42	1940	0	31	83	0	2092	19	62	79	15	85	85	9	354	0	194

Nota: elaboración propia

ANEXO F.

Figura 59.

Resultados de la encuesta aplicada para elaborar datos de consumo de energía mejorar presentación y que significan esos puntos verdes retirarlos

N°	Tipo Res	ELEC DIARIO MES	ELECT SEMA MES	EQUIPO C AS	PC MES	FOCOS MES	TOTAL MENSUAL	ELECT ANUA L	ELECT 2 ANU AL	EQUI ANU AL	VENTA NUAL	ESTUFA ANUAL	PC ANUAL	FOCO ANUA L	TOTAL ANUAL
1	1	289	9,12	42,6	18	12,6	371	3467,7	109,44	511,2	0,00	405	216,00	151,20	4.860,54
2	1	290	1,2	34,32	8,4	14,4	349	3485,7	14,4	411,84	0,00	0	100,80	172,80	4.185,54
3	1	365	6,86	83,32	6	11,4	473	4381,2	82,32	999,84	229,50	405	72,00	136,80	6.306,66
4	1	365	12,84	83,32	12	12	485	4381,2	154,08	999,84	229,50	405	144,00	144,00	6.457,62
5	1	284	10,02	64,72	13,2	12	384	3404,7	120,24	776,64	0,00	0	158,40	144,00	4.603,98
6	1	358	9,28	83,68	24	13,8	489	4295,7	111,36	1004,16	229,50	405	288,00	165,60	6.499,32
7	1	287	4,02	48	15,6	13,2	368	3449,7	48,24	576	0,00	0	187,20	158,40	4.419,54
8	1	357	12,52	67,92	12	13,2	462	4282,2	150,24	815,04	0,00	0	144,00	158,40	5.549,88
9	2	305	11,4	58,32	18	8,4	401	3656,7	136,8	699,84	0,00	0	216,00	100,80	4.810,14
10	1	320	6,32	74,32	9,6	10,2	421	3845,7	75,84	891,84	0,00	0	115,20	122,40	5.050,98
11	1	327	8,22	43,32	12	10,8	402	3926,7	98,64	519,84	0,00	0	144,00	129,60	4.818,78
12	2	323	2,42	8,72	12	10,2	357	3881,7	29,04	104,64	0,00	405	144,00	122,40	4.686,78
13	1	269	1,2	24	6	13,2	313	3224,7	14,4	288	0,00	0	72,00	158,40	3.757,50
14	1	278	4,02	33,6	19,2	10,2	379	3746,7	48,24	403,2	0,00	0	230,40	122,40	4.550,94
15	1	290	7,92	42,6	6	10,8	358	3485,7	95,04	511,2	0,00	405	72,00	129,60	4.698,54
16	1	353	9,28	43,68	12	10,8	429	4241,7	111,36	524,16	229,50	0	144,00	129,60	5.380,32
17	2	270	3,3	17,6	0	10,2	301	3242,7	39,6	211,2	0,00	0	0,00	122,40	3.615,90
18	1	261	3,7	17,6	14,4	10,2	307	3134,7	44,4	211,2	0,00	0	172,80	122,40	3.685,50
19	1	329	6,96	73	13,2	13,8	436	3944,7	83,52	876	0,00	0	158,40	165,60	5.228,22
20	2	281	3,7	17,6	24	10,8	337	3368,7	44,4	211,2	0,00	0	288,00	129,60	4.041,90
21	1	287	1,52	73,6	18	12,6	393	3449,7	18,24	883,2	0,00	405	216,00	151,20	5.123,34
22	1	305	10,02	17,6	7,2	12	352	3665,7	120,24	211,2	0,00	0	86,40	144,00	4.227,54
23	2	282	3,7	8	8,4	11,52	314	3386,7	44,4	96	0,00	405	100,80	138,24	4.171,14
24	1	285	1,92	26,6	12	10,08	336	3422,7	23,04	319,2	0,00	0	144,00	120,96	4.029,90
25	1	269	1,2	8	0	9,12	287	3224,7	14,4	96	0,00	405	0,00	109,44	3.849,54
26	1	261	3,62	8	13,2	10,56	297	3134,7	43,44	96	0,00	0	158,40	126,72	3.559,26
27	2	257	11,42	9,36	9,6	9,6	297	3080,7	137,04	112,32	0,00	0	115,20	115,20	3.560,46
28	1	275	4,02	35,6	6	9,6	330	3296,7	48,24	427,2	0,00	0	72,00	115,20	3.959,34
29	1	348	2,88	82,36	12	9,12	455	4178,7	34,56	988,32	229,50	0	144,00	109,44	5.684,52
30	1	292	9	18,08	6	10,08	335	3499,2	108	216,96	0,00	0	72,00	120,96	4.017,12
31	1	285	1,6	35,6	8,4	8,64	339	3422,7	19,2	427,2	0,00	0	100,80	103,68	4.073,58
32	1	314	15,04	50,68	18	9,12	407	3764,7	180,48	608,16	0,00	0	216,00	109,44	4.878,78
33	1	257	1,2	0	6	8,64	273	3080,7	14,4	0	0,00	0	72,00	103,68	3.270,78
34	2	347	1,2	0	20,4	10,56	379	4160,7	14,4	0	0,00	405	244,80	126,72	4.951,62

Huella energética y calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares

Davila Fernandez S., Pereyra Salardi E., Cruz Pereyra A., Chauca Saavedra M., Esenarro Vargas D.

ISBN: 978-987-82912-9-1

38	1	293	9,52	73,6	18	8,64	403	3521,7	114,24	883,2	0,00	0	216,00	103,68	4.838,82
39	1	325	7,92	67,32	0	8,64	409	3899,7	95,04	807,84	229,50	405	0,00	103,68	5.540,76
40	1	282	2,82	17,6	15,6	10,08	328	3384	33,84	211,2	229,50	405	187,20	120,96	4.571,70
41	1	329	4,02	58,32	10,8	9,6	412	3951	48,24	699,84	0,00	0	129,60	115,20	4.943,88
42	1	270	1,92	33,6	6	9,6	321	3240	23,04	403,2	0,00	405	72,00	115,20	4.258,44
43	2	277	1,6	33,6	20,4	9,6	342	3321	19,2	403,2	0,00	405	244,80	115,20	4.508,40
44	2	279	2,82	33,6	21,6	11,04	348	3350,7	33,84	403,2	0,00	0	259,20	132,48	4.179,42
45	2	279	2,82	24	3,6	9,12	319	3350,7	33,84	288	0,00	405	43,20	109,44	4.230,18
46	2	269	1,6	33,6	18	8,16	331	3233,7	19,2	403,2	0,00	0	216,00	97,92	3.970,02
47	2	289	7,6	24	9,6	9,6	340	3472,2	91,2	288	0,00	0	115,20	115,20	4.081,80
48	1	304	9,52	33,6	21,6	11,04	379	3643,2	114,24	403,2	0,00	810	259,20	132,48	5.362,32
49	2	281	8,24	24	3,6	9,6	327	3373,2	98,88	288	0,00	0	43,20	115,20	3.918,48
50	1	304	7,92	73,6	4,8	8,16	398	3643,2	95,04	883,2	229,50	0	57,60	97,92	5.006,46
51	1	349	13,02	73,6	4,8	7,2	447	4183,2	156,24	883,2	0,00	0	57,60	86,40	5.366,64
52	1	365	5,22	74,32	24	7,68	476	4381,2	62,64	891,84	229,50	810	288,00	92,16	6.755,34
53	1	261	2,8	24	6	9,6	304	3134,7	33,6	288	0,00	405	72,00	115,20	4.048,50
54	2	295	5,1	89,6	24	8,64	423	3544,2	61,2	1075,2	0,00	405	288,00	103,68	5.477,28
55	1	267	2,82	24	9,6	11,04	315	3206,7	33,84	288	0,00	405	115,20	132,48	4.181,22
56	2	277	2,1	24	26,4	10,08	339	3321	25,2	288	0,00	405	316,80	120,96	4.476,96
57	2	265	11,3	24	7,2	7,2	314	3177	135,6	288	0,00	405	86,40	86,40	4.178,40
58	2	273	3,12	64	8,4	11,04	360	3278,7	37,44	768	0,00	405	100,80	132,48	4.722,42
59	2	304	7,36	64	8,4	8,16	392	3643,2	88,32	768	0,00	405	100,80	97,92	5.103,24
60	1	281	2,32	24	8,4	10,08	326	3377,7	27,84	288	0,00	0	100,80	120,96	3.915,30
61	1	281	3,12	24	14,4	8,64	332	3377,7	37,44	288	0,00	0	172,80	103,68	3.979,62
62	1	261	2,82	8	20,4	8,64	301	3134,7	33,84	96	0,00	0	244,80	103,68	3.613,02
63	1	281	1,52	8	14,4	7,68	313	3377,7	18,24	96	0,00	0	172,80	92,16	3.756,90
64	2	287	2,82	33,6	15,6	9,6	348	3440,7	33,84	403,2	0,00	405	187,20	115,20	4.585,14
65	1	287	3,22	91,6	8,4	9,6	399	3438	38,64	1099,2	229,50	0	100,80	115,20	5.021,34
66	2	371	8,32	99,92	16,8	13,2	509	4453,2	99,84	1199,04	0,00	405	201,60	158,40	6.517,08
67	1	353	12,52	99,2	18	12	494	4232,7	150,24	1190,4	229,50	405	216,00	144,00	6.567,84
68	1	374	7,02	73,6	20,4	10,8	486	4484,7	84,24	883,2	229,50	405	244,80	129,60	6.461,04
69	1	300	9,62	8,72	18	12	349	3602,7	115,44	104,64	0,00	405	216,00	144,00	4.587,78
70	2	287	10,52	34,32	20,4	12	364	3440,7	126,24	411,84	0,00	0	244,80	144,00	4.367,58
71	2	326	8,82	82,6	12	9,6	439	3917,7	105,84	991,2	0,00	405	144,00	115,20	5.678,94
72	1	358	6,52	74,32	12	9,12	460	4291,2	78,24	891,84	229,50	405	144,00	109,44	6.149,22

Huella energética y calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares

Davila Fernandez S., Pereyra Salardi E., Cruz Pereyra A., Chauca Saavedra M., Esenarro Vargas D.

ISBN: 978-987-82912-9-1

73	1	377	10,92	74,32	14,4	11,04	488	4525,2	131,04	891,84	229,50	405	172,80	132,48	6.487,86
74	1	257	7,2	9	14,4	10,08	297	3080,7	86,4	108	229,50	405	172,80	120,96	4.203,36
75	1	399	3,68	74,32	12	7,2	496	4786,2	44,16	891,84	229,50	405	144,00	86,40	6.587,10
76	2	365	11,42	83,68	20,4	10,08	491	4381,2	137,04	1004,16	229,50	405	244,80	120,96	6.522,66
77	1	257	1,2	0	6	9,12	273	3080,7	14,4	0	0,00	405	72,00	109,44	3.681,54
78	2	257	1,2	0	3,6	8,64	270	3080,7	14,4	0	0,00	810	43,20	103,68	4.051,98
79	1	257	1,2	0	12	10,08	280	3080,7	14,4	0	0,00	810	144,00	120,96	4.170,06
80	2	299	10,02	17,6	14,4	9,6	350	3584,7	120,24	211,2	0,00	810	172,80	115,20	5.014,14
81	1	282	10,02	48	26,4	8,64	375	3384	120,24	576	229,50	0	316,80	103,68	4.730,22
82	1	349	10,02	58,32	14,4	8,16	440	4183,2	120,24	699,84	229,50	0	172,80	97,92	5.503,50
83	2	284	2,82	17,6	14,4	9,6	329	3411	33,84	211,2	229,50	0	172,80	115,20	4.173,54
84	1	301	10,02	66,6	8,4	8,64	395	3613,5	120,24	799,2	229,50	810	100,80	103,68	5.776,92
85	1	281	2,82	33,6	9,6	9,6	337	3377,7	33,84	403,2	0,00	405	115,20	115,20	4.450,14
86	1	338	13,34	83,32	0	11,04	446	4061,7	160,08	999,84	229,50	405	0,00	132,48	5.988,60
87	1	370	3,12	67,2	16,8	8,16	466	4444,2	37,44	806,4	0,00	405	201,60	97,92	5.992,56
88	2	370	9,52	74,32	14,4	7,2	475	4439,7	114,24	891,84	229,50	0	172,80	86,40	5.934,48
89	1	281	4,02	33,6	6	9,6	334	3368,7	48,24	403,2	0,00	405	72,00	115,20	4.412,34
90	1	363	13,02	74,32	3,6	9,6	463	4354,2	156,24	891,84	459,00	0	43,20	115,20	6.019,68
91	1	294	3,7	73,6	12	10,08	393	3526,2	44,4	883,2	0,00	405	144,00	120,96	5.123,76
92	2	259	2,82	33,6	13,2	6,24	315	3105	33,84	403,2	0,00	0	158,40	74,88	3.775,32
93	1	281	2,82	8	20,4	8,64	321	3377,7	33,84	96	0,00	0	244,80	103,68	3.856,02
94	2	279	3,22	33,6	8,4	9,6	334	3350,7	38,64	403,2	0,00	0	100,80	115,20	4.008,54
95	1	294	3,62	91,96	12	9,6	411	3530,7	43,44	1103,52	229,50	405	144,00	115,20	5.571,36
	125	28.786,28	573,62	4.229,08	1.209,60	956,16	35755	345.435,30	6.883,44	50.748,96	5.967,00	21060	14.515,20	11.473,92	456.083,82

ANEXO G.

Tabla 67.

Tabla de conversión de KW a Kg de CO₂

TOTAL KW ANUAL	Lb CO ₂ /MWh	1/MW sum/Mwgen	1Tnm/2204,6 lb	MWh/KWh	TM CO ₂	1000 KG/TM	KG CO ₂
4860,54	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,25	1000,00	2252,77
4185,54	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,94	1000,00	1939,92
6306,66	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,92	1000,00	2923,02
6457,62	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,99	1000,00	2992,99
4603,98	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,13	1000,00	2133,86
6499,32	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	3,01	1000,00	3012,31
4419,54	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,05	1000,00	2048,37
5549,88	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,57	1000,00	2572,27
4810,14	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,23	1000,00	2229,41
5050,98	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,34	1000,00	2341,03
4818,78	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,23	1000,00	2233,41
4686,78	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,17	1000,00	2172,23
3757,5	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,74	1000,00	1741,53
4258,98	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,97	1000,00	1973,96
5344,5	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,48	1000,00	2477,08
4957,68	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,30	1000,00	2297,79
4550,94	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,11	1000,00	2109,28
4698,54	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,18	1000,00	2177,69
5380,32	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,49	1000,00	2493,68
3615,9	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,68	1000,00	1675,90
3685,5	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,71	1000,00	1708,16
5228,22	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,42	1000,00	2423,18
4041,9	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,87	1000,00	1873,34
5123,34	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,37	1000,00	2374,57
4227,54	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,96	1000,00	1959,39
4171,14	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,93	1000,00	1933,25
4029,9	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,87	1000,00	1867,78
3849,54	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,78	1000,00	1784,19
3559,26	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,65	1000,00	1649,65
3560,46	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,65	1000,00	1650,21
3959,34	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,84	1000,00	1835,08
5684,52	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,63	1000,00	2634,67
4017,12	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,86	1000,00	1861,86
4073,58	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,89	1000,00	1888,03
4878,78	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,26	1000,00	2261,22
3270,78	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,52	1000,00	1515,95
4951,62	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,29	1000,00	2294,98
4838,82	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,24	1000,00	2242,70
5540,76	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,57	1000,00	2568,04

Huella energética y calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares

Davila Fernandez S., Pereyra Salardi E., Cruz Pereyra A., Chauca Saavedra M., Esenarro Vargas D.

ISBN: 978-987-82912-9-1

4571,7	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,12	1000,00	2118,90
4943,88	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,29	1000,00	2291,40
4258,44	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,97	1000,00	1973,71
4508,4	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,09	1000,00	2089,56
4179,42	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,94	1000,00	1937,08
4230,18	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,96	1000,00	1960,61
3970,02	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,84	1000,00	1840,03
4081,8	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,89	1000,00	1891,84
5362,32	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,49	1000,00	2485,33
3918,48	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,82	1000,00	1816,14
5006,46	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,32	1000,00	2320,40
5366,64	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,49	1000,00	2487,34
6755,34	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	3,13	1000,00	3130,97
4048,5	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,88	1000,00	1876,40
5477,28	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,54	1000,00	2538,62
4181,22	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,94	1000,00	1937,92
4476,96	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,07	1000,00	2074,99
4178,4	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,94	1000,00	1936,61
4722,42	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,19	1000,00	2188,75
5103,24	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,37	1000,00	2365,26
3915,3	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,81	1000,00	1814,67
3979,62	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,84	1000,00	1844,48
3613,02	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,67	1000,00	1674,57
3756,9	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,74	1000,00	1741,25
4585,14	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,13	1000,00	2125,13
5021,34	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,33	1000,00	2327,30
6517,08	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	3,02	1000,00	3020,54
6567,84	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	3,04	1000,00	3044,07
6461,04	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,99	1000,00	2994,57
4587,78	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,13	1000,00	2126,35
4367,58	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,02	1000,00	2024,29
5678,94	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,63	1000,00	2632,08
6149,22	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,85	1000,00	2850,05
6487,86	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	3,01	1000,00	3007,00
4203,36	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,95	1000,00	1948,18
6587,1	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	3,05	1000,00	3053,00
6522,66	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	3,02	1000,00	3023,13
3681,54	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,71	1000,00	1706,32
4051,98	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,88	1000,00	1878,02
4170,06	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,93	1000,00	1932,74
5014,14	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,32	1000,00	2323,96
4730,22	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,19	1000,00	2192,37
5503,5	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,55	1000,00	2550,77

Huella energética y calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares

Davila Fernandez S., Pereyra Salardi E., Cruz Pereyra A., Chauca Saavedra M., Esenarro Vargas D.

ISBN: 978-987-82912-9-1

4173,54	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,93	1000,00	1934,36
5776,92	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,68	1000,00	2677,49
4450,14	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,06	1000,00	2062,56
5988,6	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,78	1000,00	2775,60
5992,56	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,78	1000,00	2777,44
5934,48	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,75	1000,00	2750,52
4412,34	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,05	1000,00	2045,04
6019,68	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,79	1000,00	2790,01
5123,76	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,37	1000,00	2374,77
3775,32	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,75	1000,00	1749,79
3856,02	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,79	1000,00	1787,19
4008,54	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	1,86	1000,00	1857,88
5571,36	947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	2,58	1000,00	2582,22

Nota: Elaboración propia

Cálculo de Kg CO₂ de los desarrollos inmobiliarios

TOTAL ANUAL	KW	Lb CO ₂ /MWh	1/MW sum/Mugen	1Tnm/2204,6 lb	MWh/KWh	TM CO ₂	1000 KG/TM	KG CO ₂
1.183.733,76		947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	548,64	1000,00	548.638,38
741.988,00		947,2	1,07874865	0,0004536	0,001	620,84	1000,00	343.897,51
Total,								892.535,89

892.535,89

ANEXO H.

Parámetros climáticos de la ciudad de Lima durante el periodo de un año (2022)

Clima y tiempo medio durante todo el año en Lima Perú

En Lima, los veranos son calientes, bochornosos, áridos y nublados y los inviernos son largos, frescos, secos, ventosos y mayormente despejados. En el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 15°C (59 °F) a 27.22°C (81 °F) y rara vez es inferior a 13.88°C (57 °F) o superior a 29.44°C (85 °F).

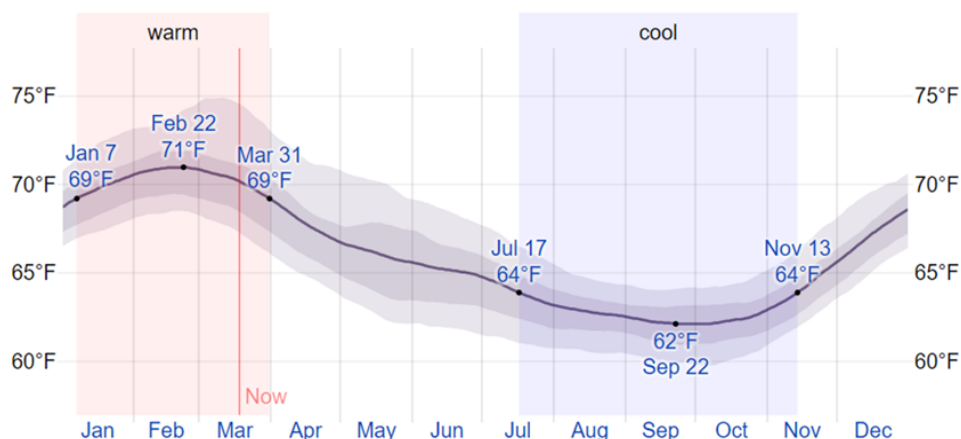
Temperatura Media en Lima

La temporada cálida dura 3,0 meses, del 3 de enero al 5 de abril, con una temperatura máxima promedio diario superior a 25.56°C (78 °F). El mes más caluroso del año en Lima es febrero, con una temperatura máxima promedio de 26.67°C (80°F) y una temperatura mínima de 20.55°C (69°F).

La temporada fresca dura 4,2 meses, del 11 de junio al 17 de octubre, con una temperatura máxima promedio diario inferior a 20 °C. El mes más frío del año en Lima es agosto, con un promedio mínimo de 15°C (59°F) y máximo de 19.44°C (67°F).

Figura 60.

Promedio de temperatura alta y baja en Lima



Nota: Tomado de "El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima" por Weather Spark, 2021

$$X^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9 = X^{\circ}\text{C}$$

La temperatura promedio diaria alta (línea roja) y baja (línea azul), con bandas de percentil 25 a 75 y 10 a 90. Las líneas punteadas finas son las temperaturas medias percibidas correspondientes.

Figura 61.

Temperaturas promedio durante el año en Lima

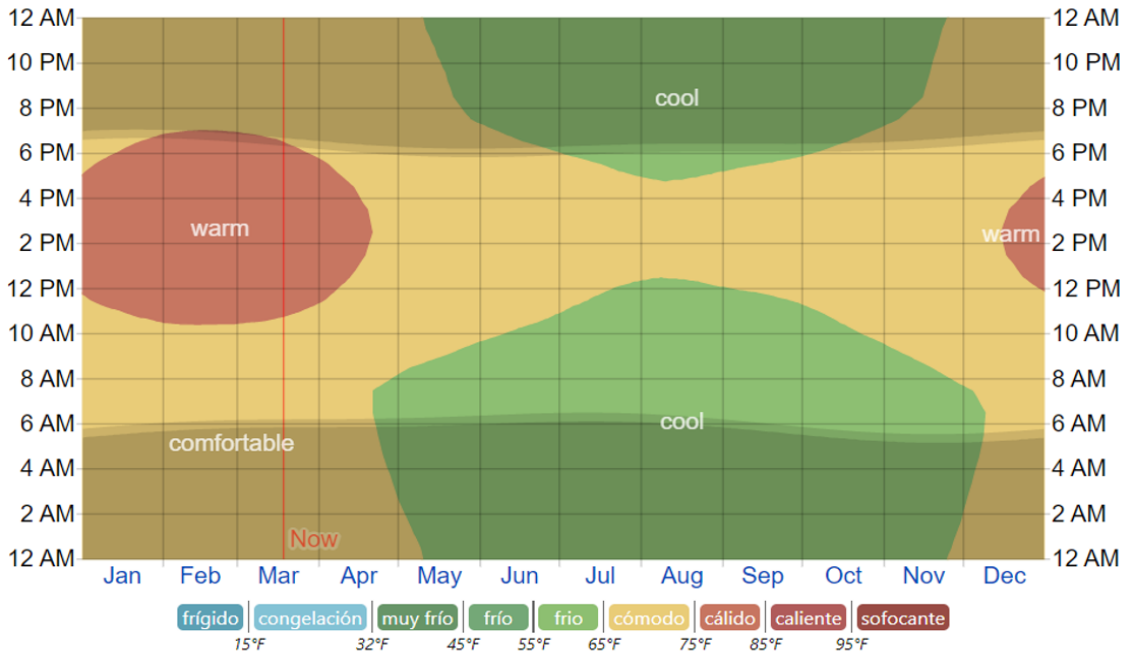
Promedio	ene	feb	mar	abr	Mayo	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Elevado	79°F	80°F	80°F	76°F	72°F	69°F	67°F	67°F	67°F	69°F	72°F	76°F
Temperatura.	72°F	74°F	73°F	70°F	66°F	64°F	63°F	62°F	63°F	64°F	66°F	70°F
Bajo	68°F	69°F	68°F	65°F	62°F	61°F	60°F	59°F	60°F	61°F	63°F	65°F

Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021

La siguiente Figura 47 muestra una caracterización compacta de todo el año de temperaturas medias por hora. El eje horizontal es el día del año, el eje vertical es la hora del día y el color es la temperatura promedio para esa hora y ese día.

Figura 62.

Temperatura media por hora en Lima



Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021

La temperatura media por hora, codificada por colores en bandas. Las superposiciones sombreadas indican crepúsculo nocturno y civil.

Nubes

En Lima, el porcentaje promedio del cielo cubierto por nubes experimenta una variación estacional extrema a lo largo del año.

La parte más despejada del año en Lima comienza aproximadamente el 16 de abril; dura 6,2 meses y se termina aproximadamente el 22 de octubre.

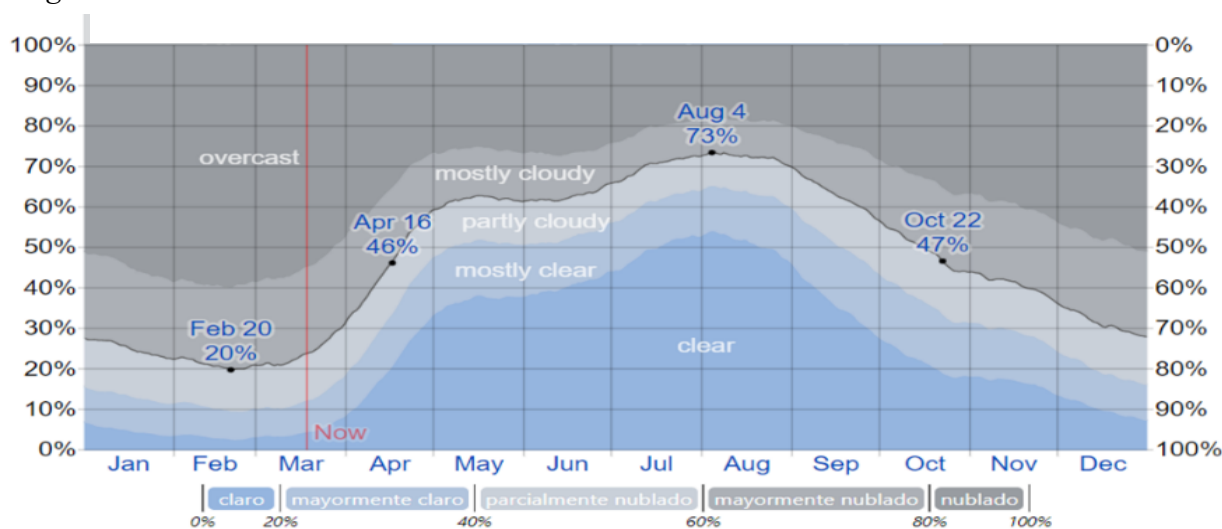
El mes más despejado del año en Lima es agosto, durante el cual, en promedio, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 72 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 22 de octubre; dura 5,8 meses y se termina aproximadamente el 16 de abril.

El mes más nublado del año en Lima es febrero, durante el cual, en promedio, el cielo está nublado o mayormente nublado el 79 % del tiempo.

Figura 63.

Categoría de cobertura de nubes en Lima



Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021. El porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizado por el porcentaje de cielo cubierto por nubes.

Figura 64.

Porcentaje de cielo cubierto de nubes al año

Fracción	ene	feb	mar	abr	Mayo	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
más nublado	75%	79%	76%	53%	38%	37%	30%	28%	37%	51%	59%	69%
más claro	25%	21%	24%	47%	62%	63%	70%	72%	63%	49%	41%	31%

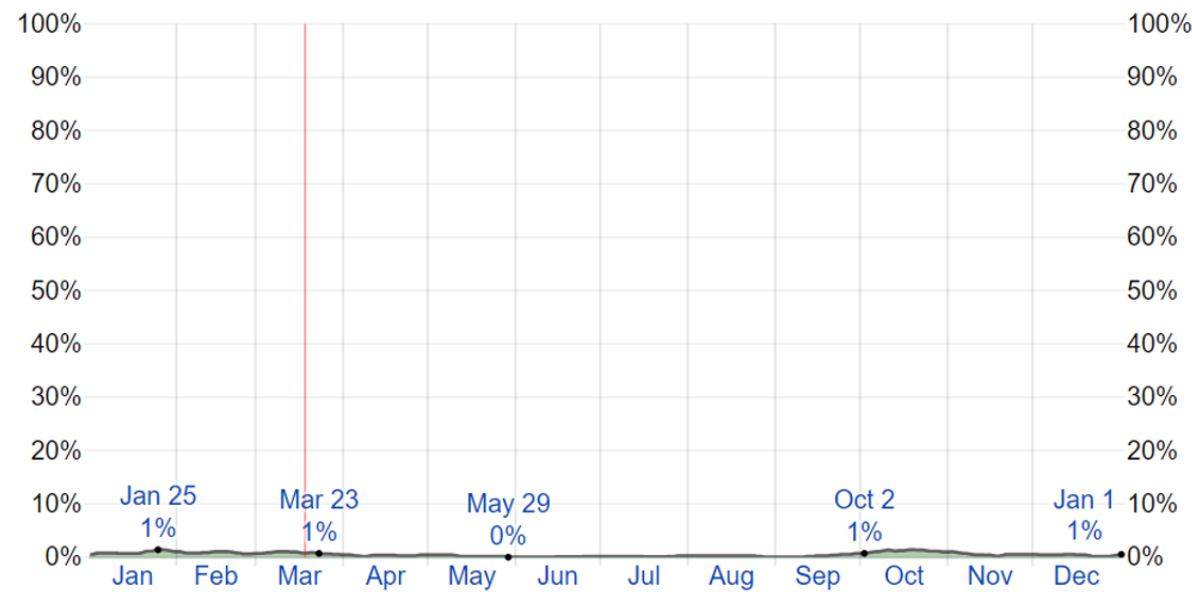
Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021

Precipitación

Lima no experimenta una variación estacional significativa en la frecuencia de los días húmedos (es decir, aquellos con más de 0,04 pulgadas de precipitación líquida o equivalente a líquido). La frecuencia varía de 0% a 1%, con un valor promedio de 0%. Entre los días lluviosos, distinguimos entre aquellos que experimentan lluvia sola, nieve sola o una mezcla de los dos. El mes con más días de lluvia solo en Lima es octubre, con un promedio de 0,4 días. En base a esta categorización, la forma más común de precipitación durante el año es lluvia sola, con una probabilidad máxima del 1 % el 25 de enero.

Figura 65.

Probabilidad diaria de precipitación en Lima



Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021.

El porcentaje de días en los que se observan varios tipos de precipitación, excluyendo trazas: lluvia sola, nieve sola y mixta (lluvia y nieve cayeron en el mismo día).

Figura 66.

Porcentaje de días con precipitaciones durante el año

Días de	ene	feb	mar	abr	Mayo	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Lluvia	0.3d	0.2d	0.2d	0.1d	0.1d	0.0d	0.0d	0.1d	0.1d	0.4d	0.2d	0.1d

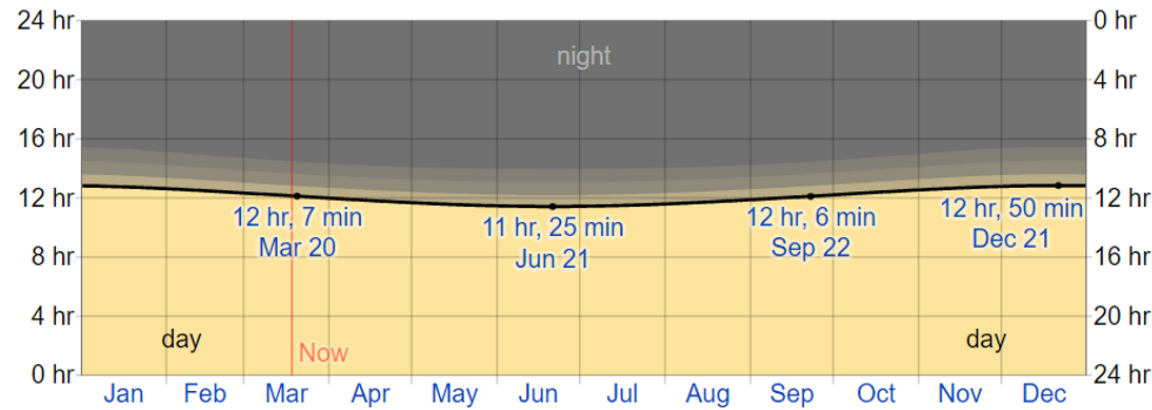
Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021

Sol

La duración del día en Lima no varía sustancialmente a lo largo del año, y varía entre 50 minutos y 12 horas durante todo el año. En 2022, el día más corto es el 21 de junio, con 11 horas y 25 minutos de luz diurna; el día más largo es el 21 de diciembre, con 12 horas y 50 minutos de luz diurna.

Figura 67.

Gráfico de las horas de luz y crepúsculos en Lima



Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021

La gráfica de la Figura 67 muestra el número de horas durante las cuales el Sol es visible (línea negra). De abajo (más amarillo) a arriba (más gris), las bandas de color indican: plena luz del día, crepúsculo (civil, náutico y astronómico) y plena noche.

Figura 68.

Horas en donde se observa la plena noche

Horas de	ene	feb	mar	abr	Mayo	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Luz	12.7h	12.5h	12.1h	11.8h	11.6h	11.4h	11.5h	11.7h	12.0h	12.4h	12.7h	12.8h

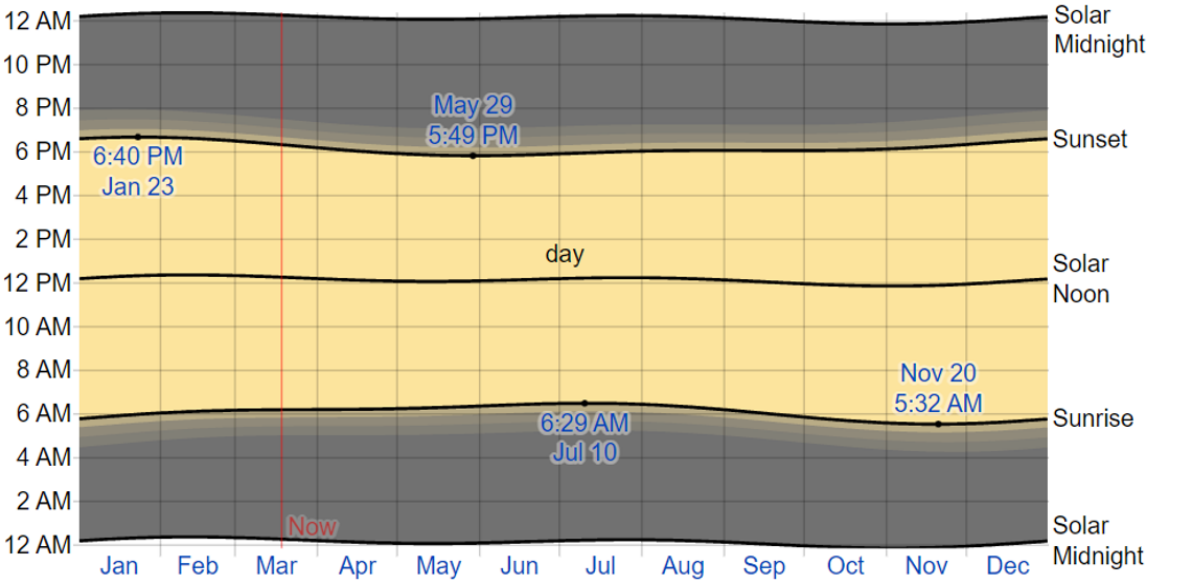
Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021

El amanecer más temprano es a las 5:32 a. m. el 20 de noviembre y el amanecer más tardío es 57 minutos más tarde a las 6:29 a. m. el 10 de julio. La puesta del sol más temprana es a las 17:49 el 29 de mayo y la puesta del sol más tardía es 51 minutos más tarde a las 18:40 el 23 de enero.

No se observó el horario de verano (HDV) en Lima durante el 2022.

Figura 69.

Amanecer y atardecer con crepúsculo en Lima



Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021.

El día solar a lo largo del año 2022. De abajo hacia arriba, las líneas negras son la medianoche solar anterior, el amanecer, el mediodía solar, la puesta del sol y la medianoche solar siguiente. El día, los crepúsculos (civil, náutico y astronómico) y la noche se indican mediante bandas de color que van del amarillo al gris.

Luna

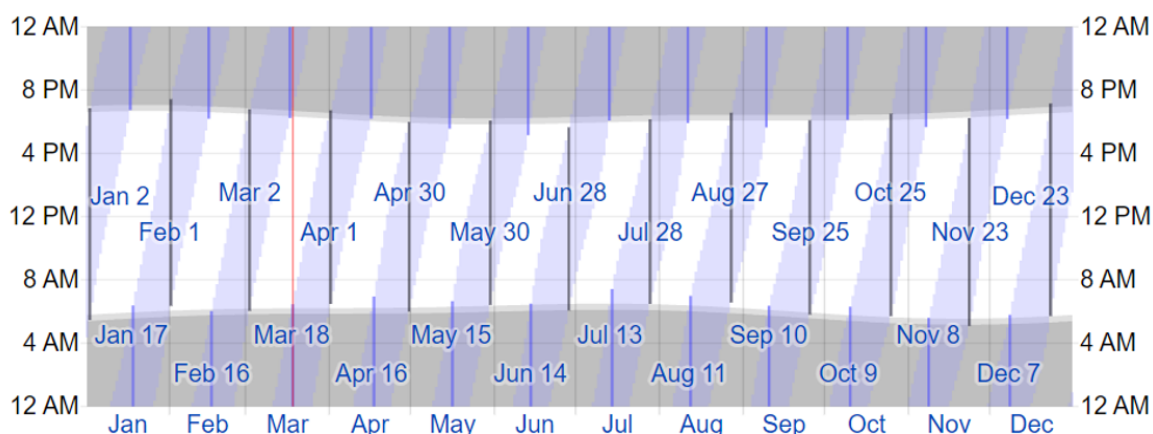
La siguiente figura presenta una representación compacta de los datos lunares clave para 2022. El eje horizontal es el día, el eje vertical es la hora del día y las áreas coloreadas indican cuándo la luna está sobre el horizonte. Las barras grises verticales (lunas nuevas) y las barras azules (lunas llenas) indican las fases lunares clave.

El tiempo en el que la luna está sobre el horizonte (área azul claro), con lunas nuevas (líneas grises oscuras) y lunas llenas (líneas azules) indicadas. Las superposiciones sombreadas indican crepúsculo nocturno y civil.

Humedad

Figura 70.

Calendario de la salida, puesta y fases de la luna durante el año en Lima



Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que determina si la transpiración se evaporará de la piel, enfriando así el cuerpo. Los puntos de rocío más bajos se sienten más secos y los puntos de rocío más altos se sienten más húmedos. A diferencia de la temperatura, que normalmente varía significativamente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, por lo que, si bien la temperatura puede descender por la noche, un día bochornoso suele ir seguido de una noche bochornosa.

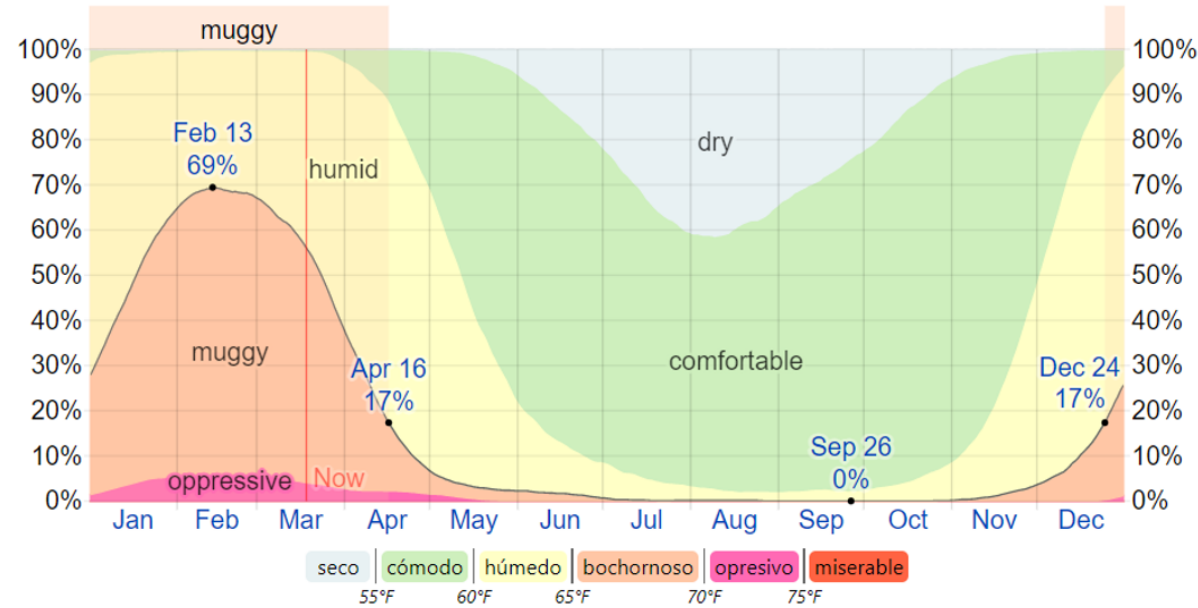
Lima experimenta una variación estacional extrema en la humedad percibida.

El período más húmedo del año dura 3,7 meses, del 24 de diciembre al 16 de abril, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 17 % del tiempo. El mes con más días bochornosos en Lima es febrero, con 19,1 días bochornosos o peor.

El mes con menos días bochornosos en Lima es septiembre, con 0.0 días bochornosos o peor.

Figura 71.

Gráfico de los niveles de confort de humedad durante el año en Lima



Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021

El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de confort de humedad, categorizados por punto de rocío.

Figura 72.

Días de sensación de bochorno

	ene	feb	mar	abr	Mayo	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Días bochornosos	14.8d	19.1d	17.0d	5.6d	1.1d	0.5d	0.1d	0.0d	0.0d	0.0d	0.4d	3.9d

Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021.

Viento

Esta sección analiza el vector de viento promedio por hora de área amplia (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento que se experimenta en un lugar dado depende en gran medida de la topografía local y otros factores, y la velocidad y dirección instantáneas del viento varían más que los promedios por hora.

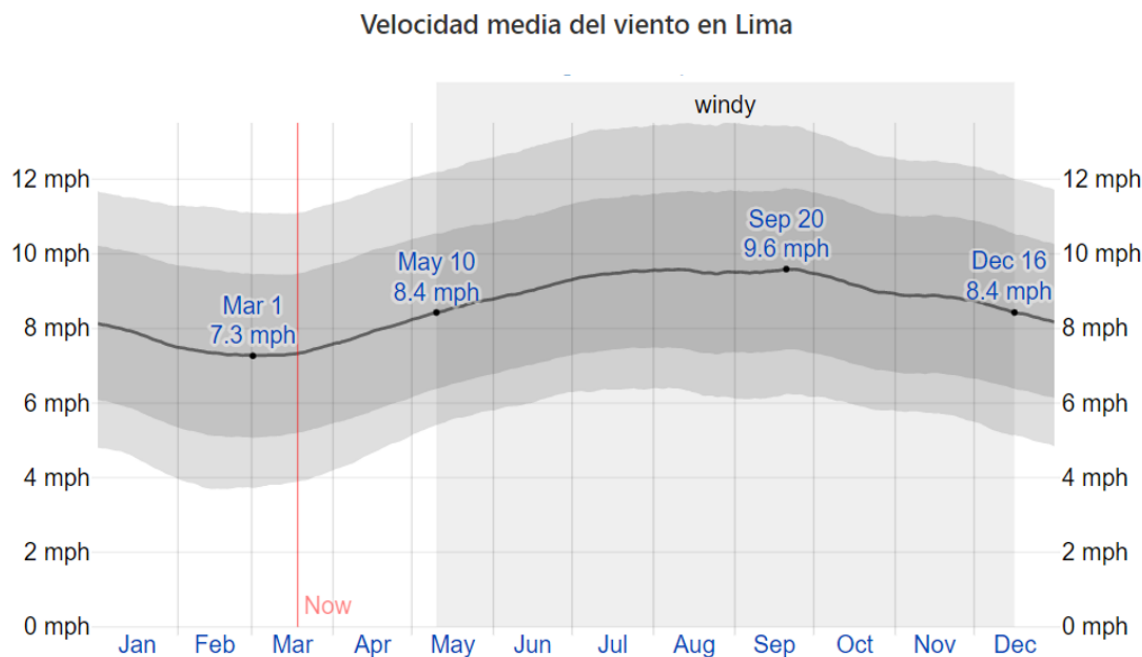
La velocidad promedio del viento por hora en Lima tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 7,2 meses, del 10 de mayo al 16 de diciembre, con velocidades promedio del viento de más de 13,4 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Lima es septiembre, con una velocidad del viento promedio por hora de 9,5 millas por hora.

El tiempo más calmado del año dura 4,8 meses, del 16 de diciembre al 10 de mayo. El mes más tranquilo del año en Lima es febrero, con una velocidad del viento promedio por hora de 7,4 millas por hora.

Figura 73.

Gráfica de la velocidad media del viento durante el año en Lima



Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021.

El promedio de las velocidades medias del viento por hora (línea gris oscura), con bandas de percentil 25 a 75 y 10 a 90.

Figura 74.

Velocidad del Viento

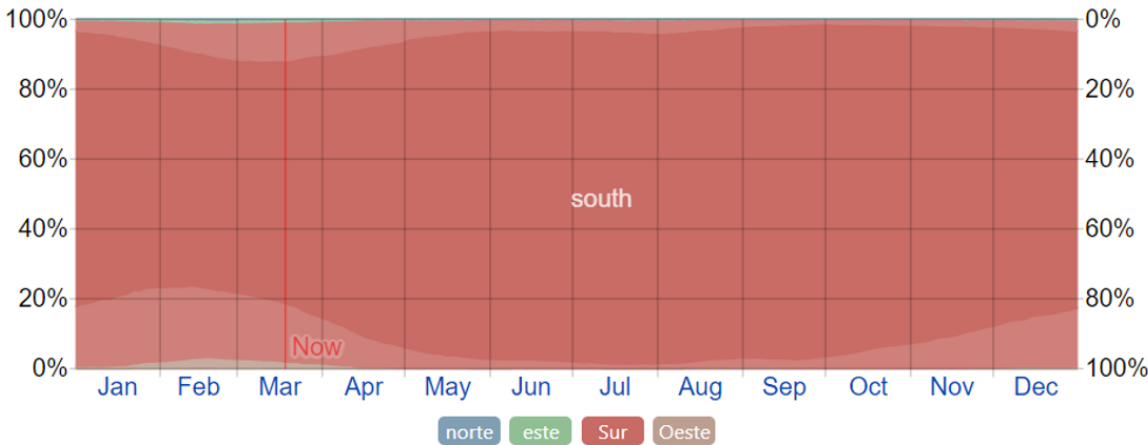
	ene	feb	mar	abr	Mayo	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Velocidad del viento (mph)	7.8	7.4	7.4	7.9	8.6	9.1	9.5	9.5	9.5	9.2	8.8	8.4

Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021

La dirección del viento promedio por hora predominante en Lima es del sur durante el año.

Figura 75.

Gráfica de la dirección del viento durante el año en Lima



Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021

El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento proviene de cada una de las cuatro direcciones cardinales del viento, sin incluir las horas en las que la velocidad media del viento es inferior a 1,0 mph. Las áreas ligeramente teñidas en los límites son el porcentaje de horas pasadas en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

Temperatura de agua

Lima se encuentra cerca de una masa grande de agua (p. ej. un océano, mar o lago grande). Esta sección informa sobre la temperatura superficial promedio de área amplia de esa agua.

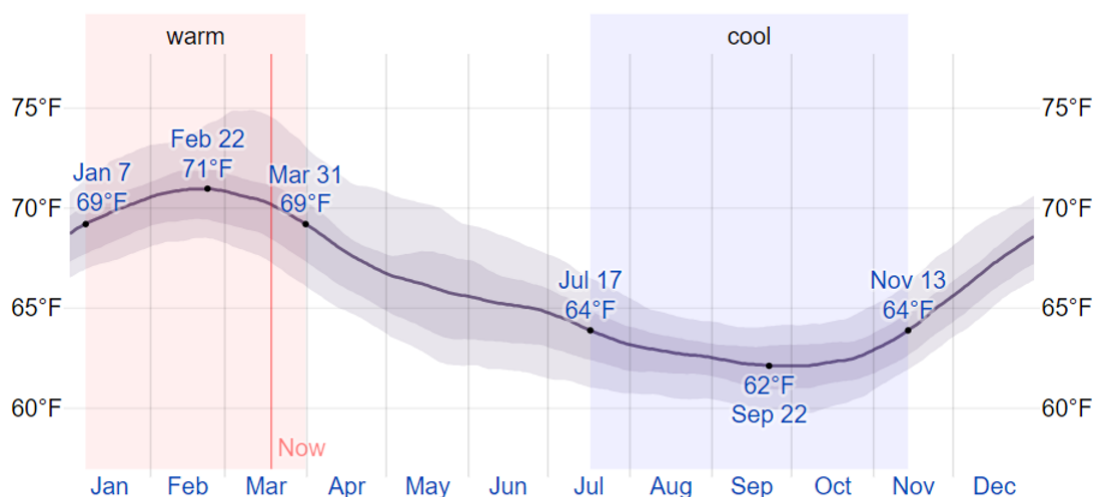
La temperatura promedio del agua experimenta *algunas* variaciones estacionales a lo largo del año.

La época del año cuando el agua está más cálida dura 2,8 meses, del 7 de enero al 31 de marzo, con una temperatura promedio superior a 20 °C. El mes del año en Lima con el agua más cálida es febrero, con una temperatura promedio de 21 °C.

La época del año cuando el agua está más fría dura 3,9 meses, del 17 de julio al 13 de noviembre, con una temperatura promedio inferior a 18 °C. El mes del año en Lima con el agua más fresca es septiembre, con una temperatura promedio de 16.66°C (62°F).

Figura 76.

Gráfica de la temperatura media de agua durante el año en Lima



Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021

La temperatura media diaria del agua (línea morada), con bandas de percentil 25 a 75 y 10 a 90.

Figura 77.
Temperatura Media Diaria del Agua

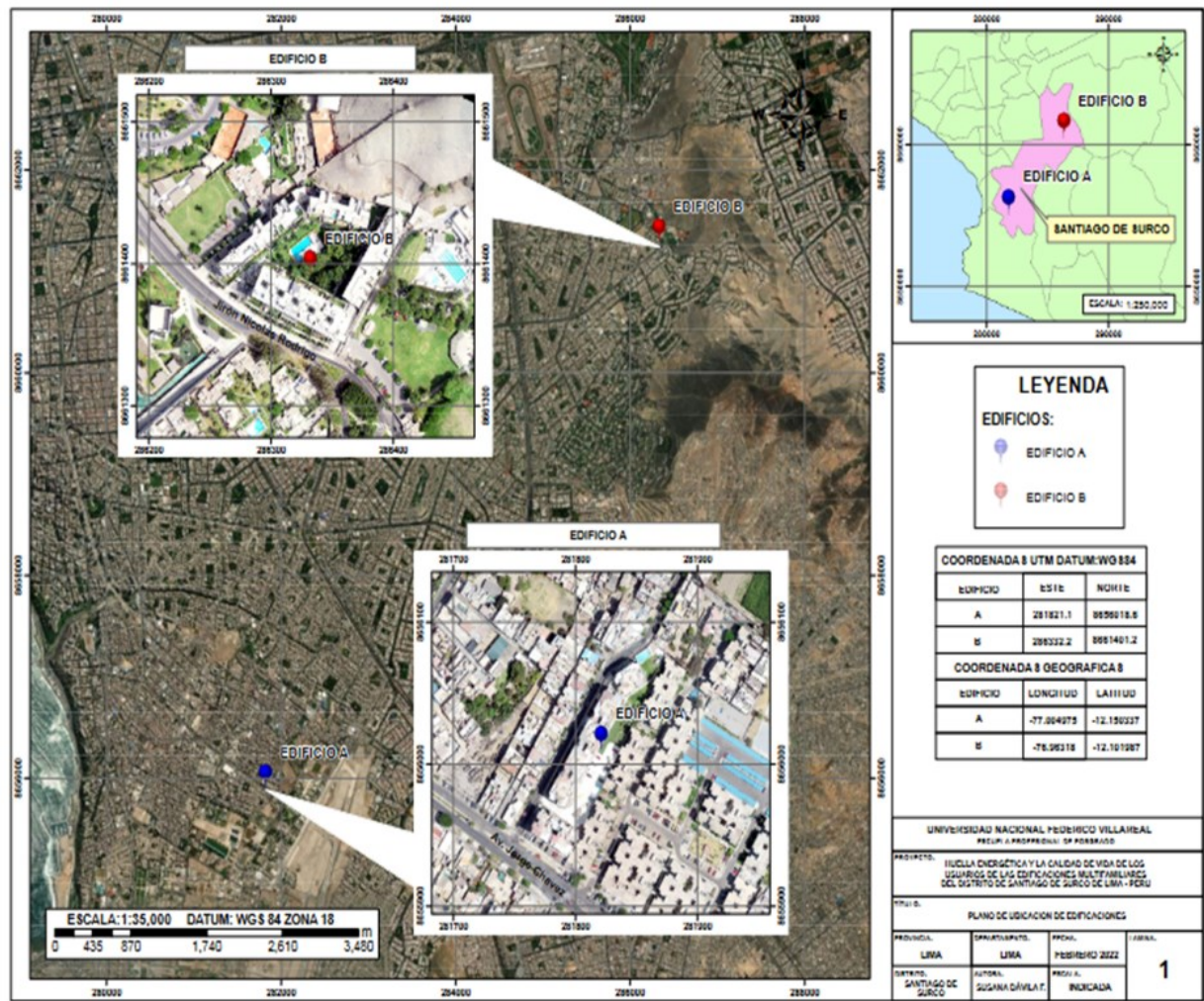
Agua	ene	feb	mar	abr	Mayo	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Temperatura	70°F	71°F	70°F	68°F	66°F	65°F	64°F	63°F	62°F	62°F	64°F	67°F

Nota: Tomado de “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Lima” por Weather Spark, 2021

ANEXO J.

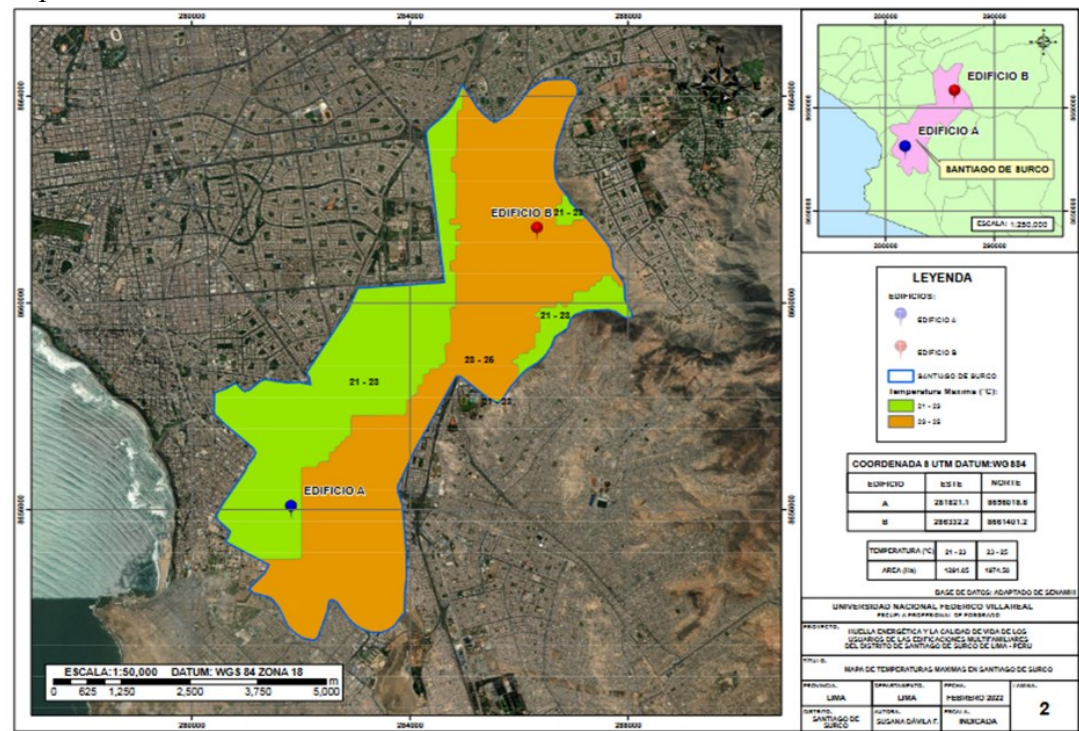
Mapas del área de estudio hacerlos mas grande

Figura 78.
Mapa 1



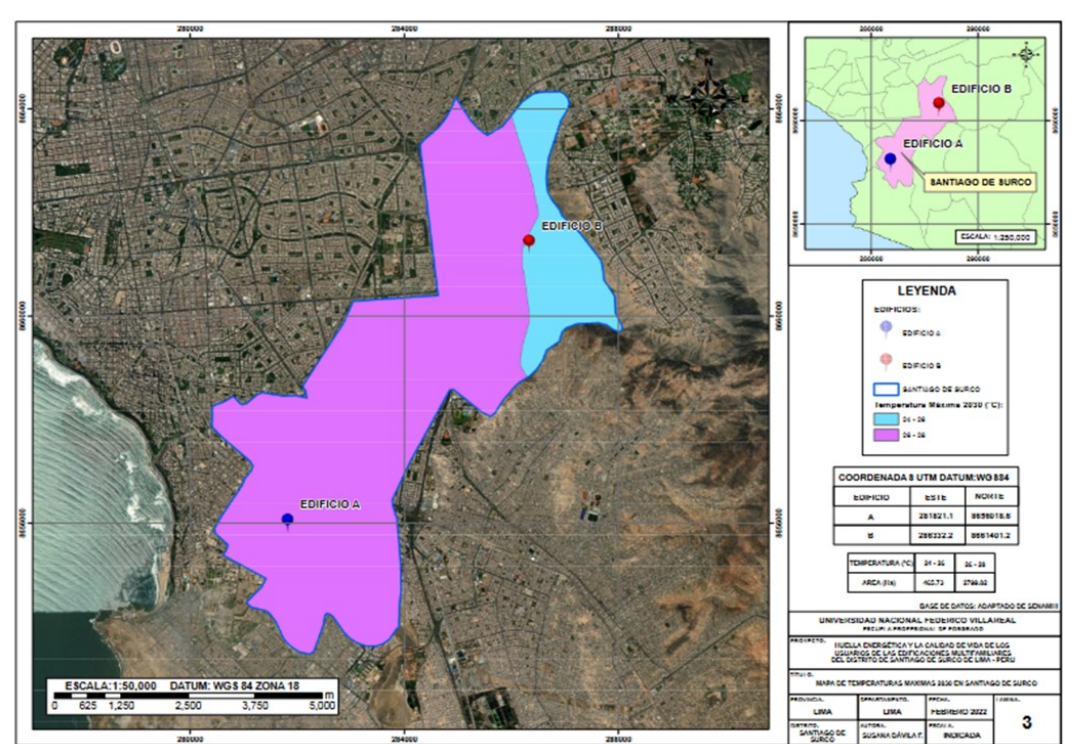
Nota: Elaboración propia

Figura 79.
Mapa 2



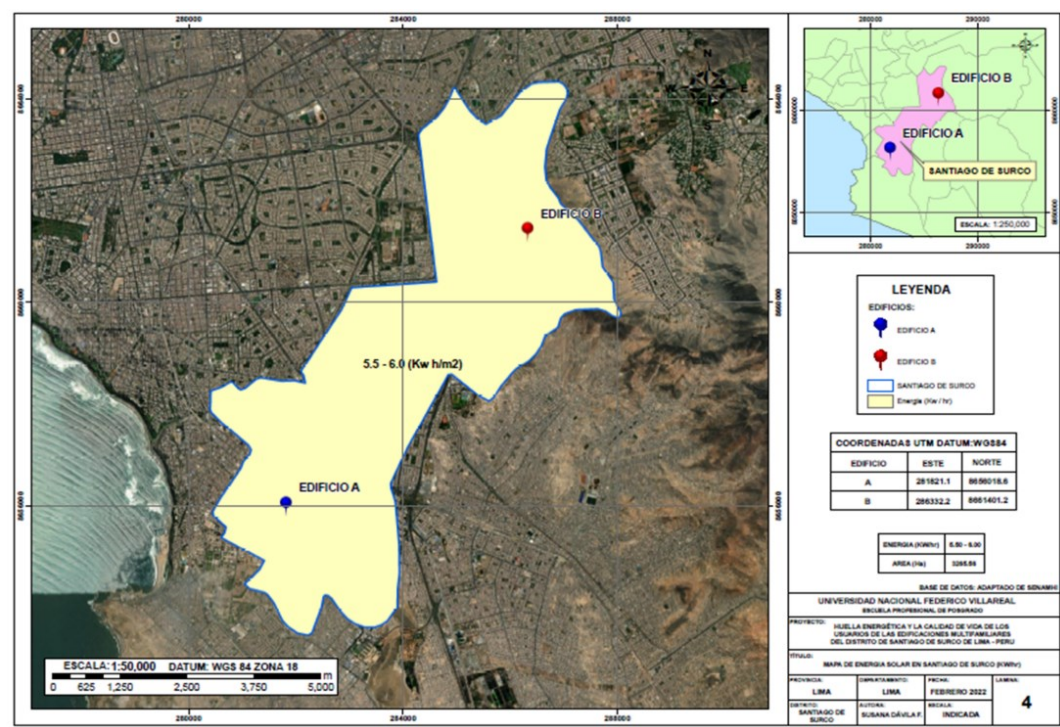
Nota: elaboración propia

Figura 80.
Mapa 3



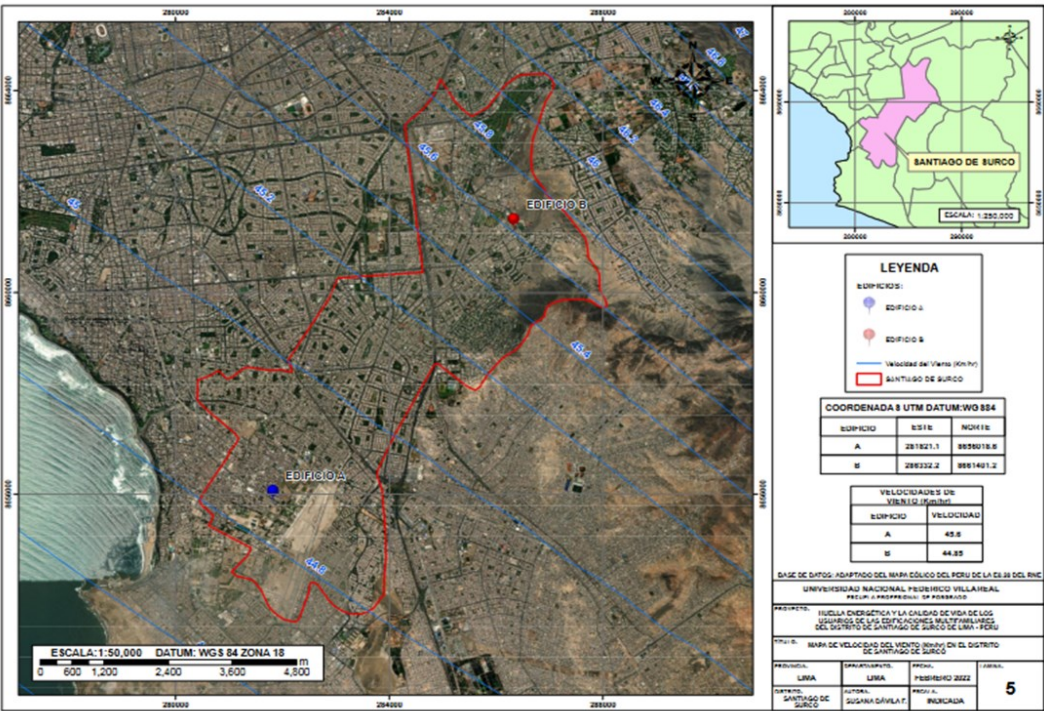
Nota: Elaboracion propia

Figura 81.
Mapa 4



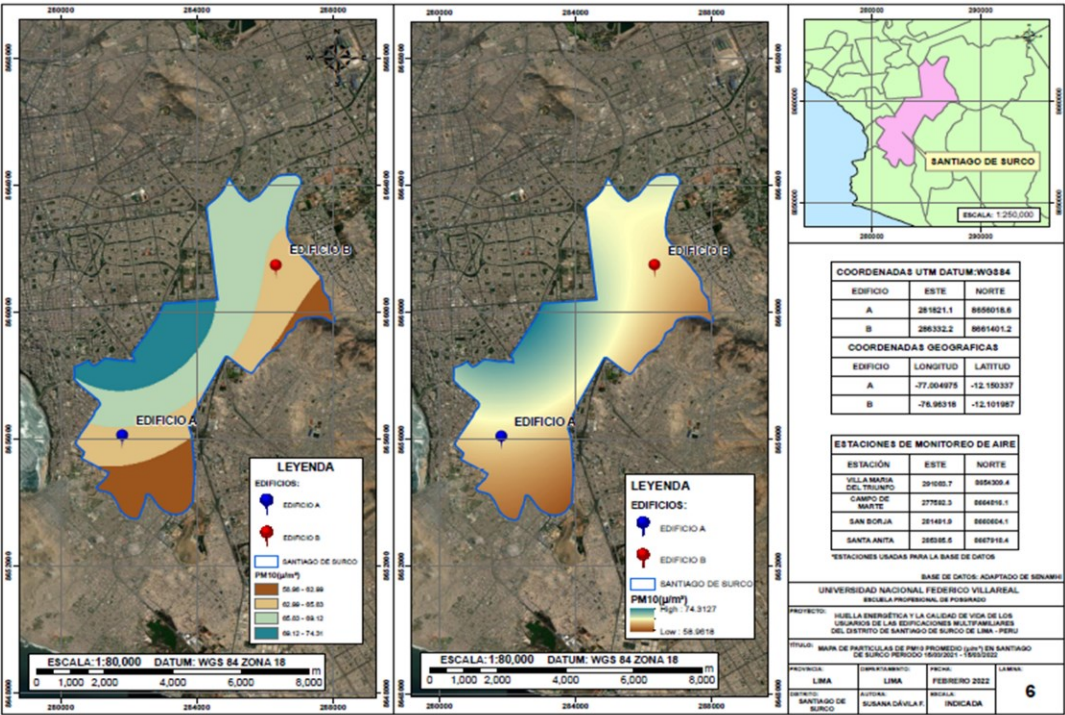
Nota: Elaboracion propia

Figura 82.
Mapa 5



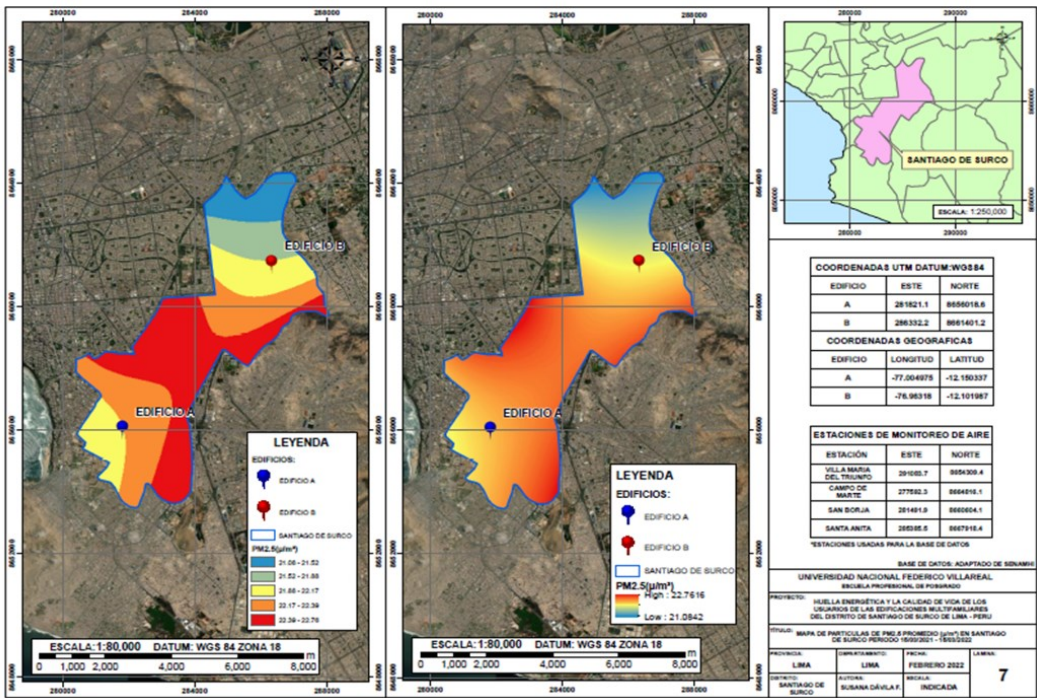
Nota: Elaboracion propia

Figura 83.
Mapa 6



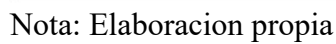
Nota: Elaboracion propia

Figura 84.
Mapa 7



Nota: Elaboracion propia

MAPA 8



DE LOS AUTORES

Susana Irene Dávila Fernández



Doctora en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible por la Universidad Nacional Federico Villareal. Magister en Gestión y Dirección de Empresas Constructoras e Inmobiliarias por la Pontificia Universidad Católica del Perú. Máster en Dirección de Empresas Constructoras e Inmobiliarias por la Universidad Politécnica de Madrid. Master en Gestión de la Calidad y la Excelencia en las Organizaciones por la Universidad Camilo José Cela de España. Ingeniera Civil por la Universidad Ricardo. Miembro del Instituto Especializado de Investigación de Ecosistemas y Recursos

Naturales (INERN). Miembro del Grupo de Investigación en Pregrado para la Universidad Ricardo Palma. Docente para la Universidad de Ciencias y Artes de América Latina (UCAL) en cursos de especialización de Sostenibilidad, Metodología y Asesora de Tesis. Docente del área de Gestión en Pregrado para la Universidad de Ciencias Aplicadas (UPC), Docente del área de Gestión en Pregrado para la Facultad de Ingeniería Civil para la Universidad Ricardo Palma, Asesora y Jurado Calificador de tesis de Pregrado y Maestría para la Universidad Ricardo Palma, Asesora de tesis de pregrado para Universidad de Ciencias y Artes de América Latina (UCAL), Jurado Calificador de tesis de Pregrado para la Universidad Científica del Sur, Coordinadora de la Maestría de Ingeniería Vial con mención en carreteras, puentes y túneles para la Universidad Ricardo Palma, Coordinadora de los grupos estudiantiles ASCI, CIVIAL Y GEO DE LA URP, Coordinadora de la Beca CTG del Instituto Confucio para la facultad de ingeniería de la URP. 30 años de experiencia laboral en el sector privado y empresarial tanto para el sector público como privado. Conferencista a nivel nacional, e internacional. Autora de diferentes artículos publicados en revistas indexadas. Miembro del Colegio Internacional de Doctores con el N° de Colegiación DACA 186 – 8. Integrante de la Primera Promoción de Mentores del Colegio de Ingenieros del Perú. Consultora en proyectos ambientales

Huella energética y calidad de vida en usuarios de edificaciones multifamiliares

Davila Fernandez S., Pereyra Salardi E., Cruz Pereyra A., Chauca Saavedra M., Esenarro Vargas D.

ISBN: 978-987-82912-9-1

(construcciones sostenibles, eficiencia energética, hídrica y energía incorporada en los materiales). Consultora en proyectos de Gestión de calidad educativa y Responsabilidad Social (RRSS) para la Universidad Peruana del Centro (UPECEN) Upecen.

Enriqueta Pereyra Salardi



Candidata a doctora en Ingeniería Civil. Universidad Nacional Federico Villarreal, 2015, Lima. Maestría en Gerencia de la Construcción. Universidad Nacional Federico Villarreal, 2015, Lima. Candidata a la Segunda Especialidad en Didáctica Universitaria. Universidad Ricardo Palma. 2012. Lima. Diplomado en Tutoría y Orientación Educativa. Universidad Ricardo Palma. 2003 Lima. Ingeniera Civil. Universidad Ricardo Palma. 1979. Lima Grado de Bachiller. Universidad Ricardo Palma. 1973-1978. Lima Desempeño cargo de docente en la Universidad Ricardo Palma, Directora de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, coordinadora del Área de Geotecnia, Jefa del Laboratorio de Mecánica de Suelos y materiales de construcción. La trayectoria profesional la he desarrollado tanto en el sector público y privado. Conferencista a nivel Nacional. Consultoría en obras para el sector Construcción. Autora de artículos científicos y publicaciones de libros.

Andresantonio Cruz Pereyra



Candidato a Magister en Ingeniería Vial con mención en Carreteras, Puentes y Túneles. Universidad Ricardo Palma 2023, Lima. Ingeniero Civil Universidad Ricardo Palma. 2021 Lima. Grado de Bachiller. Universidad Ricardo Palma. 2020. Lima. Bilingüe Inglés y Francés. Desempeño cargos de Analista de Proyectos, Ingeniero de mantenimiento vial, ingeniero de proyectos. Autor de artículos científicos .

Mario Bernabé Chauca Saavedra



El Dr. Mario Chauca es el primer peruano FELLOW de la IEOM International Society USA, miembro en el Comité de Premios del Premio Quanser Global Sustainability, 2022, SUDÁFRICA, Miembro del Comité del Premio Duncan Fraser, ganador del "Global Engineering Education Award 2021" de la IEOM International Society BRASIL, vicepresidente y miembro del comité ejecutivo de IFEEES. Mario Chauca fue director del AOTS-Kenshu Kiokay-

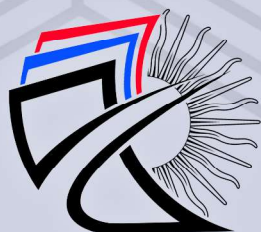
Perú, fue invitado por la Universidad de Washington IEEE y luego como miembro del Comité Directivo del IEEE-MWSCAS USA, ha participado como ponente, autor, asesor, miembro del comité técnico y presidente de sesión en la Unión Europea, Asia, América y África en eventos con actas indexadas en Scopus, WoS y Journals. Exbecario en JAPON (AOTS), COREA (NIPA). Fue consultor en TIC para el PNUD-BID-Congreso de la República del Perú y el Ministerio del Interior del Perú. Investigador y asesor del primer trabajo de premio en CONEIMERA 2018. Asesor del capítulo IEEE-COMSOC-UNAC y del primer premio general de proyectos en el concurso Grupo Romero. Primeros puestos en INTERCON, CONEIMERA y fue nominado al Premio Graña y Montero de Investigación en Ingeniería Peruana. Nominado Premio Peruano de Investigación Sur 2019 y nominado al Premio de Investigación México 2018, imparte docencia a nivel de posgrado y pregrado, con 33 años de experiencia. Se graduó como ingeniero electrónico con maestría y doctorado.

Doris Esenarro Vargas



Docente Investigadora Renacyt, Doctora en Medio Ambiente y Desarrollos Sostenible UNFV (graduada con Honores), **Maestra en Ingeniería Ambiental** de profesión **Ingeniera de Sistemas y Arquitecta**, diplomada en **Arquitectura Bioclimática**, coordinadora del *Instituto Especializado de Investigación de Ecosistemas y Recursos Naturales* (INERN), miembro del **Grupo de Investigación en Sostenibilidad Ambiental** (GISA), Miembro de comités técnicos de congresos

internacionales, revisora par de artículos científicos (MDPI) y otras revistas internacionales, Evaluadoras de proyectos concursables de investigación de docentes universitarios, Evaluadora de tesis PH, de la Universidad Belagavi - India , Docente investigadora en Pregrado de la Universidad Ricardo Palma URP, de facultad de la Facultad de Arquitectura, miembro de Concejo de Facultad de la Arquitectura y Urbanismo, docente investigadora de la facultad de Ingeniería de Geográfica, Ing. Ambiente e Ing. En Ecoturismo (FIGAE) Docente en Post Grado de la UNFV (Maestría y Doctorado), Jurada y Asesora de Tesis de Maestría y Doctorado, jefa de la Oficina de Innovación y emprendimiento, con más de 20 años de experiencia en modelamientos informáticos (aplicativos de la norma EM-110, Contable, Logísticos y Sistemas de Información Gerencial). Asesora y consultora en proyectos ambientales (Construcciones Ecoturísticas y tecnologías de Información),



**PUERTO MADERO
EDITORIAL**

ISBN 978-987-82912-9-1

