UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

**“Propuesta de plan de mejora en la gestión de agua y energía para la
mitigación de Impactos Ambientales en edificios multifamiliares
existentes de cinco pisos basado en recomendaciones EDGE. Caso: Block
03 – Condominio Héroes de San Juan y Miraflores”**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR(ES)

Lovera Cabrera, Luciana Sofia (0000-0001-6989-7782)

Quispe Catari, Ouear Owen (0000-0001-5363-0135)

ASESOR

Carrera Cabrera, Elsa Carmen (0000-0001-9546-9060)

Lima, 13 de julio de 2021

DEDICATORIA

La realización de esta investigación la dedico principalmente a Dios por cuidarme, bendecirme, apoyarme en todo momento y darme la fuerza necesaria para poder continuar cumpliendo mis metas trazadas. Del mismo modo, lo dedico a mis padres Aníbal y Luzmila por haberme formado con la disciplina y con el amor necesario, brindarme su apoyo incondicional en diferentes aspectos y momentos de la vida que fueron fundamentales para poder actuar con seguridad y confianza. Así mismo, lo dedico a mi hermano Jhordan por ser un ejemplo para mí, aconsejarme en momentos adecuados y por todo lo que representa en mi vida y formación. - Owen Quispe Catari

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida, muchas bendiciones y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional sin desfallecer. Así mismo, lo dedico a mis padres Edilberta y César, quienes con su guía estuvieron presente en el caminar de mi vida y con su apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional. De igual manera, lo dedico a mi hermana Lucero por ser una gran amiga y cuyos consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida. – Luciana Lovera Cabrera.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestra asesora, la Dra. Elsa Carrera Cabrera, por habernos brindado su apoyo, experiencia y conocimientos durante el desarrollo de la tesis; así mismo, por alentarnos a ser cada vez mejores estudiantes para llegar a ser grandes profesionales. También, agradecemos a los ing. José Rodríguez Barboza e ing. Gary Duran Ramirez por contribuir en la culminación de la tesis brindándonos sus comentarios de forma oportuna para poder modificar algunos errores que se pudieron cometer.

Además, agradecemos a todos los docentes que fueron parte de nuestra formación, compartiendo sus conocimientos y experiencias, también a nuestra casa de estudios, la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, por habernos brindado sus instalaciones y servicios a lo largo de nuestra estancia.

RESUMEN

Actualmente, el planeta está sufriendo cambios climáticos debido a los gases del efecto invernadero; dentro de estos el más importante es el CO₂, consecuencia del impacto ambiental que generan las industrias, y las diferentes actividades cotidianas que realizan los habitantes. En el Perú durante los últimos años las emisiones de CO₂ se han incrementado con mayor aceleración. Dentro de tal contexto, el sector de la construcción es de los que más contaminación genera debido a la diversidad de materiales que utiliza para la preparación de concreto, además de los agregados que se extrae de la naturaleza. Justamente para lidiar con la contaminación y con el déficit de viviendas, cada vez se construyen más edificios teniendo en cuenta el factor ambiental. Sin embargo, actualmente existen gran cantidad de edificios que generan toneladas de CO₂. Por tal motivo, este estudio se centra en el desarrollo de un plan de mejora basado en recomendaciones EDGE; certificadora de edificios sostenibles en el mercado inmobiliario peruano en la gestión de agua y energía; para que los habitantes de edificios multifamiliares existentes gestionen el uso agua y energía de manera eficaz, que posteriormente se traduce en menor emisión de CO₂. Se aplicó el plan de mejora a un edificio multifamiliar de cinco pisos perteneciente al condominio Héroes de San Juan y Miraflores, en el que se evidenció una reducción del 30.22% en el consumo de agua, 23.95% en el consumo de energía, y como consecuencia una reducción en la emisión de CO₂ de un 24%.

Palabras clave: efecto invernadero; impacto ambiental; recomendaciones EDGE; gestión de agua y energía.

Proposal for an improvement plan in water and energy management for the mitigation of Environmental Impacts in affected five-story multi-family buildings based on EDGE recommendations. Case: Block 03 - Heroes de San Juan and Miraflores Condominium

ABSTRACT

Currently, the planet is undergoing climatic changes due to greenhouse gases; within them, the most important is CO₂. This is a consequence of the environmental impact generated by industries, and various daily activities carried out by inhabitants. Precisely, something similar happens in Peru, in recent years CO₂ emissions have increased with greater acceleration. Within this context, construction sector is one of those that generates most pollution due to the diversity of materials it uses for the preparation of concrete, including cement, a very polluting input, in addition to the aggregates that are extracted from nature. Just to deal with pollution and housing deficits, more and more buildings are being built taking into account the environmental factor. However, there are currently a large number of buildings that generate tons of CO₂. For this reason, this study focuses on the development of an improvement plan based on EDGE recommendations; certifier of sustainable buildings in the Peruvian real estate market in water and energy management; so that residents of existing multi-family buildings manage water and energy use effectively, which subsequently translates into lower CO₂ emissions. The improvement plan was applied to a five-story multifamily building belonging to the Héroes de San Juan y Miraflores condominium, in which a reduction of 30.22% in water consumption, 23.95% in energy consumption, and as a consequence a reduction in CO₂ emissions of 24%.

Key words: greenhouse effect; environmental impact; EDGE recommendations; water and energy management.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
PROBLEMA	2
ESTADO DE ARTE	2
HIPÓTESIS	5
OBJETIVOS	5
1 CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	6
1.1 IMPACTO AMBIENTAL.....	6
1.1.1 Efecto Invernadero	6
1.1.2 Fenómenos Naturales en el Perú.....	7
1.1.3 Aguas Grises	9
1.2 SITUACIÓN ACTUAL EN EL PERÚ	11
1.2.1 Situación Hídrica en el Perú	11
1.2.2 Situación Energética en el Perú	14
1.3 EDIFICACIONES CON CERTIFICACIÓN SOSTENIBLE.....	16
1.3.1 Normativa Actual en el Perú.....	17
1.4 RECOMENDACIONES EDGE	18
1.4.1 Recomendaciones para la Gestión de Agua	18
1.4.2 Recomendaciones para la Gestión de Energía	20
1.4.3 Software EDGE versión 2.1.5	22
2 CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	23
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	23
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN.....	23
2.2.1 Implementación en la Gestión de Agua	23
2.2.2 Implementación en la Gestión de Energía	24
3 CAPÍTULO III: APLICACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA	25
3.1 RECONOCIMIENTO E IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO EN ESTUDIO	25
3.2 ESTUDIO DE LA GESTIÓN DEL AGUA	28
3.2.1 Cálculo de Consumo Hídrico Inicial	28

3.2.2	Reconocimiento e Identificación de puntos de mejora para la Gestión de Agua	29
3.2.3	Propuesta de plan de mejora según recomendaciones EDGE	30
3.2.4	Cálculo de nuevo consumo hídrico con las mejoras implementadas mediante simulación con el software EDGE versión 2.1.5	33
3.3	ESTUDIO DE LA GESTIÓN DE ENERGÍA	35
3.3.1	Cálculo de Consumo Energético Inicial	37
3.3.2	Reconocimiento e Identificación de puntos de mejora para la Gestión de Energía	38
3.3.3	Propuesta de plan de mejora según recomendaciones EDGE	43
3.3.4	Cálculo de nuevo consumo energético con las mejoras implementadas mediante simulación con el software EDGE	52
4	CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA PROPUESTA	54
4.1	ESTIMACIÓN DE COSTO DE INVERSIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA	54
4.1.1	Costo de inversión para la gestión del agua	54
4.1.2	Costo de inversión para la gestión de energía	55
4.2	ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN	57
4.3	CÁLCULO DEL AHORRO POSTERIOR A LA INVERSIÓN	61
4.4	BENEFICIO AMBIENTAL	61
4.4.1	Cálculo de CO ₂ generado por el edificio en condiciones actuales	61
4.4.2	Ahorro de CO ₂ generado por la implementación de las propuestas de mejora de gestión en el edificio	63
5	CAPÍTULO V: RESULTADOS	67
5.1	RESULTADOS DEL CONSUMO HÍDRICO FINAL	67
5.2	RESULTADOS DEL CONSUMO ENERGÉTICO FINAL	68
5.3	RESULTADOS DE LA INVERSIÓN ECONÓMICA PARA IMPLEMENTAR EL PLAN DE MEJORA EN EL EDIFICIO	68
5.4	RESULTADO DE LA COMPARACIÓN DEL CO ₂ GENERADO POR EL EDIFICIO ANTES Y DESPUÉS DE LAS MEJORAS	69
5.5	VERIFICACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE AGUA Y ENERGÍA PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR EXISTENTE DE CINCO PISOS BASADOS EN RECOMENDACIONES EDGE	70

6	CAPITULO VI: CONCLUSIONES.....	71
7	CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	73
8.	REFERENCIAS.....	76
9.	ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: "Disponibilidad hídrica a nivel nacional según vertiente – 2012"	12
Tabla 2: "Consumo de agua potable en lima metropolitana por sectores 1995 2017 (miles de metros cúbicos)"	13
Tabla 3: "Recomendaciones EDGE para la Gestión de Agua"	19
Tabla 4: "Recomendaciones EDGE para la Gestión de Energía"	20
Tabla 5: "Distribución de ambientes del edificio"	27
Tabla 6: "Aparatos Sanitarios por piso"	28
Tabla 7: "Gasto y Costo promedio del consumo Hídrico en el edificio"	29
Tabla 8: "Datos del edificio para la simulación en el software EDGE versión 2.1.5"	33
Tabla 9: "Aparatos eléctricos por piso y departamento"	36
Tabla 10: "Gasto y Costo promedio del consumo Eléctrico en áreas comunes del edificio"	37
Tabla 11: "Gasto y Costo promedio del consumo Eléctrico en departamentos"	38
Tabla 12: "Características de la miniplanta eólica, aerogenerador instalado en edificio multifamiliar"	40
Tabla 13: "Producción de energía eléctrica estimada para los 25 años del proyecto, aerogenerador instalado en edificio multifamiliar ¿rentable o no? ¿sostenible o no?"	41
Tabla 14: "Flujo de caja del proyecto (en dólares americanos), aerogenerador instalado en edificio multifamiliar ¿rentable o no? ¿sostenible o no?"	41
Tabla 15: "Radiación mensual en Lima"	45
Tabla 16: "Hora solar pico en Lima"	46
Tabla 17: "Producción de electricidad según el panel solar seleccionado"	46
Tabla 18: "Comparación de costos según alternativa"	51
Tabla 19: "Comparación de luminancia y consumo de energía (Watts)"	52
Tabla 20: "Datos del edificio para la simulación en el software EDGE versión 2.1.5"	52
Tabla 21: "Costo de Inversión por departamento según propuesta para la gestión del agua"	55
Tabla 22: "Costo total de inversión del edificio para la gestión del agua"	55
Tabla 23: "Análisis de precio unitario de la aplicación de pintura reflectiva"	56
Tabla 24: "Costo de inversión según propuesta para la gestión de energía"	57
Tabla 25: "Flujo de caja del primer escenario del proyecto"	58
Tabla 26: "Flujo de caja del segundo escenario del proyecto"	59

Tabla 27: “Flujo de caja del tercer escenario del proyecto”	59
Tabla 28: “Tiempo de retorno de inversión para cada escenario”	60
Tabla 29: “Tiempo de retorno en años, meses y días”	60
Tabla 30: “Análisis de VAN y TIR de los escenarios planteados”	60
Tabla 31: “Cálculo del ahorro económico posterior a la inversión”	61
Tabla 32: "Cálculo del factor de emisión para el agua según costes energéticos de su tratamiento"	62
Tabla 33: “Factores de emisión de kg CO ₂ ”	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: El agua en el Perú por Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2019.....	11
Figura 2: Consumo promedio de agua potable adaptado de SEDAPAL por diario Gestión., 2019	13
Figura 3: Estructura de tarifa vigente según la categoría adaptado de SEDAPAL, 2019 ...	14
Figura 4: Consumo de electricidad del mercado eléctrico por región, 2015 adaptado de GRT – Osinergmin. Elaboración: GPAE – Osinergmin, 2016.....	15
Figura 5: Evolución del consumo de electricidad del mercado eléctrico por tipo de uso adaptado de MEM. Elaboración: GPAE – Osinergmin, 2016.....	15
Figura 6: Mapa de ubicación del edificio multifamiliar. Adaptado de Google Maps, 2019	25
Figura 7: Edificio multifamiliar vista de elevación. Fuente propia.	26
Figura 8: Plano arquitectónico de distribución de departamento típico del edificio. Fuente propia.....	27
Figura 9: Ducha de bajo flujo 7lt/min. Adaptado de FT. Vainsa, 2019	30
Figura 10: Grifo de bajo flujo para lavabos de baño 8lt/min – 18 lt/min. Adaptado de FT. Vainsa, 2019	31
Figura 11: Grifo de bajo flujo para cocina 9 lt/min. Adaptado de FT. Vainsa, 2019.....	32
Figura 12: sistema de recolección de aguas grises. adaptado de Google imágenes, 2019 ..	33
Figura 13: Gráfico del consumo Hídrico Actual V.S. Consumo con la propuesta de mejora, Fuente Propia.	34
Figura 14: Gráfico del consumo Hídrico Actual V.S. Consumo con la Implementación con cambios de accesorios, Fuente Propia.	35
Figura 15: Etiqueta de eficiencia energética. Ministerio de Energía y minas (MINEM), 2019	42
Figura 16: Sistema de paneles fotovoltaicos “on grid”. Adaptado de Lumisolar, 2020.....	44
Figura 17: Representación de la variación de radiación durante el tiempo. Adaptado de European Commission, 2020.....	45
Figura 18: Mapa de latitud y longitud del Perú. Adaptado de español mapsofworld, 2020	47
Figura 19: Trayectoria del Sol en el cielo. Adaptado de mpptsolar, 2020	48
Figura 20: Pintura reflectiva Texxor Therm. Adaptado de Texxor, 2020.....	50
Figura 21: Grafico del consumo energético actual V.S. consumo energético con la propuesta de mejora. Fuente propia	53
Figura 22: Fases del ciclo urbano del agua. Agua ecosocial, 2018.	62

Figura 23: Fórmula para el cálculo de emisión de CO2. La huella de carbono y la eficiencia energética. MINEM. 63

Figura 24: Lista de países que pueden comprar bonos de carbono. Naciones unidas, 2018. 66

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el tema de impacto ambiental se ha convertido en la preocupación de la sociedad. Uno de los sectores más comprometidos con esta problemática es la industria de la construcción, debido a que es dónde más volumen de residuos genera, “es el responsable de la producción de más de una tonelada de residuos por habitante y año” (Construmatica, 2019). Como respuesta a esta situación surgen los planteamientos de desarrollo de edificaciones verdes o eco amigables en base a herramientas metodológicas que procuran disminuir el impacto ambiental de las edificaciones. Actualmente, existen diversas metodologías de certificación como EDGE, LEED y BREEAM que otorgan alternativas y recomendaciones para poder reducir el impacto ambiental que generan las construcciones y posteriormente, cumpliendo con las recomendaciones establecidas, ser clasificado como eco amigables. Además, mediante las recomendaciones dadas por las certificaciones se puede lograr una gestión ambiental adecuada a las necesidades y características de la construcción. Como una definición de gestión ambiental, se tiene lo desarrollado por Argos, que dice: “es una necesidad y una estrategia para la sostenibilidad de la economía de un país” (2013). Lo mencionado por Argos tiene gran consistencia debido a que el desarrollo económico del país está muy relacionado con la industria de la construcción, porque se genera actividad económica y empleo. En este estudio, para lograr lo anteriormente mencionado, se usará las recomendaciones EDGE debido a su enfoque en edificios existentes con gran importancia en el ahorro de agua y de energía (Excellence in Design for Greater Efficiencies [EDGE], 2019). En primera instancia, se reconocerá e identificará los puntos que generan más consumo y que se puedan disminuir, a través de alguna modificación, implementación o cambio, en un edificio. Seguidamente, en base a las recomendaciones que EDGE plantea, se definirá las formas como se puede reducir el impacto ambiental en cuanto al uso de agua y energía. Por un lado, se simulará el edificio, mediante el software “EDGE versión 2.1.5”, con el cambio de accesorios para la reducción del gasto de agua. Por otro lado, en cuanto a la energía, se modelará el edificio, mediante el software EDGE con la implementación de paneles fotovoltaicos, energía eólica y demás recomendaciones. Por último, para determinar el tiempo de retorno de la inversión se usará el software de EDGE.

Problema

Características del problema

El impacto ambiental ocasionado, en el caso del agua por la existencia de malos hábitos en su consumo, ineficaz funcionamiento de los accesorios, por otro lado, en la energía se tiene gran demanda por el uso de línea blanca, marrón y climatizadores.

Delimitación del problema

Impacto ambiental generado por la ineficiente gestión en el uso de agua y energía en edificios multifamiliares existentes de cinco pisos.

Formulación del Problema

¿De qué manera se puede proponer un plan de mejora en el sistema de gestión de agua y energía basado en recomendaciones EDGE para la mitigación de impactos ambientales en edificios multifamiliares existentes de cinco pisos?

Estado de Arte

A través de los años se ha mantenido sujeta la problemática del impacto ambiental generado por los edificios. El crecimiento poblacional y la búsqueda de una mejor calidad de vida han conllevado a que las personas usen cada vez más componentes de la línea marrón y línea blanca. Sin embargo, esto está estrechamente relacionado con el consumo desmedido de agua y energía. En este estudio se hace énfasis en la adecuada gestión de agua y energía que se debe tener en los edificios multifamiliares.

Por un lado, “el agua es un elemento indispensable para la supervivencia de los seres humanos y de todo el ciclo de vida” (Carvalho; Barcellos; Hentz, 2015). Por tal motivo, se tiene que implementar una adecuada gestión de consumo de agua en los edificios multifamiliares. Uno de los papers que hace referencia a la gestión del uso del agua, es el artículo científico “Reequipamiento de ahorro de agua y su evaluación integral de edificios residenciales existentes” (Liu y Ping, 2012). En este artículo se describe principalmente las medidas de adaptación de ahorro de agua de edificios residenciales existentes, y luego establecen un sistema integral de evaluación de ahorro de agua para la modernización de edificios residenciales existentes. Los autores Liu y Ping (2012) señalan lo siguiente:

Las medidas de modernización para el ahorro de agua de los edificios existentes incluyen principalmente los siguientes tres aspectos:

- La aplicación de aparatos y equipos que ahorran agua.
- El tratamiento y la reutilización del agua reciclada
- La recolección y uso del agua de lluvia. (p.1782)

De este artículo se puede rescatar que las diferentes áreas, las condiciones climáticas y las dimensiones humanas son diferentes, por lo que se debe ajustar los índices de evaluación y su peso cuando sea necesario.

Precisamente para abordar el tema, se usa como referencia el artículo científico de Corraide da Silva, Oliveira, Silva, Vargas y Nogueira en el que se plantea algunas prácticas como:

a) Inodoro De Baja Presión, se propone el reemplazo de la descarga del inodoro de alta presión por baja presión, que proporcionan economía en el volumen de agua por descarga, así como un fácil mantenimiento. El consumo promedio de descarga de inodoros a baja presión es de 6.8 litros por descarga (Santos et al., 2017). Realizando esta modificación se lograría ahorrar el agua debido a que el uso de agua para cada descarga es menor y trabaja de forma más eficiente.

b) Grifos De Agua Con Aireadores, los aireadores conectados al extremo de salida del grifo cambian significativamente el flujo de agua, contribuyendo a salvar este recurso natural. Por lo tanto, el consumo de agua disminuye, ya que el chorro puede proporcionar la misma sensación de comodidad, a pesar de la cantidad reducida de agua (Demanboro et al., 2015). Es importante señalar que la presión del agua se debe verificar en cada piso del edificio que se va a implementar, lo que podría generar un ahorro adicional de agua. La sensación que se tiene al implementar aireadores es que se usa mayor cantidad de agua; sin embargo, eso no es así. Por tal motivo además de ahorrar el consumo de agua se genera mayor comodidad para el usuario al momento de usar los grifos de agua.

c) Reutilización De Agua De Aire Acondicionado, el agua que se recolecta del aire acondicionado no es para el consumo directo humano, sino que debe ser tratado; sin embargo, se puede usar para el inodoro o para el regadío de las zonas verdes que se pueda tener en el edificio.

Por otro lado, en base a la búsqueda de papers realizada para obtener información acerca de una mejor gestión en el consumo de energía se encuentra que en Italia los autores Roselli,

Tariello y Sasso (2019) realizaron una investigación basada en un sistema solar integrado por una planta fotovoltaica, una bomba de calor eléctrica y un almacenamiento de energía. Todo esto con el fin de satisfacer la demanda de energía y reducir las emisiones de CO₂ en un edificio utilizado para oficinas. Lo que se rescata en esta investigación es que se obtuvieron resultados favorables con respecto a satisfacer la demanda de energía en un 95% del edificio y un 98% en la reducción de CO₂ producidos en el edificio. Sin embargo, según esta investigación, es necesario combinar una planta fotovoltaica con los demás elementos del estudio para lograr el objetivo planteado por los autores.

Así mismo en la investigación “Sistema de energía solar para calefacción y suministro de agua caliente sanitaria mediante una bomba de calor acoplada a una fachada ventilada fotovoltaica” los autores Martin, Salazar, Campos, Diarce y Gomez (2019) analizaron un sistema parecido al anteriormente mencionado llegando a la conclusión de que casi toda la demanda de energía térmica se puede suministrar con el sistema de bomba de calor y que la fachada del sistema fotovoltaico abastece el 68,8% de energía al edificio en estudio. No obstante, en esta investigación de la misma manera se recomienda complementar este sistema con techos con paneles fotovoltaicos para generar más energía que el sistema demanda.

Además, en el artículo científico “Oportunidades de ahorro de energía de cargas directas de DC en edificios” (Gerber, Liou, Brown, 2019) se examina un ventilador de baño, refrigerador, adaptador de pared, lámpara LED de trabajo y equipo de iluminación de zona LED. Estas cargas se seleccionan para representar las categorías de uso final de ventilación, refrigeración, electrónica e iluminación en edificios residenciales o comerciales pequeños. Los prototipos y las modificaciones están destinados a demostrar ahorros al aprovechar una entrada de DC (corriente continua) para reducir el número de etapas de conversión. Los resultados sugieren que el DC puede mejorar la potencia del ventilador. Las curvas de eficiencia muestran que el convertidor es hasta un 6% más eficiente que la placa rectificadora original. El gráfico muestra una disminución en la potencia de entrada del ventilador con entrada de CC (corriente alterna). En cambio, el ventilador con CD consume aún menos energía con una entrada de 12 V, que representa el potencial de ahorro de un diseño conectado a CC. En este experimento, la válvula de escape se mantiene abierta o cerrada para simular ventilador muy cargado, respectivamente. Los beneficios de eficiencia

generalmente favorecen DC, aunque las comparaciones deben hacerse con cuidadosa atención al voltaje de distribución y proceso de conversión.

En la iluminación, las lámparas de tareas de DC pueden aprovechar una estación de carga USBPD como un controlador LED. La iluminación de la zona puede beneficiar enormemente de controladores remotos en serie, pero la investigación adicional debe validar su factibilidad. En todas las cargas, la entrada de DC mejorará la calidad de la energía y reducirá el tamaño de los condensadores de DC.

Así mismo, la energía eólica es una fuente de energía renovable, por lo tanto, también es motivo de estudio para el desarrollo de esta tesis. En este modo de generación de energía, un aerogenerador se posiciona para aprovechar y captar la energía del viento. Continuando el proceso, el viento hace girar las palas que se conectan a un rotor que a su vez se conecta a una multiplicadora que eleva la velocidad de giro a miles de revoluciones por minuto. La captación de esta energía cinética se transfiere al generador que la convierte en energía eléctrica para que posteriormente sea conducida por el interior de la torre hasta su base, luego sigue por la subestación para que eleve su tensión y continúa hasta la batería que almacena la energía para luego ser distribuido a los puntos requeridos. Como indica Linares en un paper en el que implementa un sistema de energía eólica en un edificio multifamiliar; este es un sistema eficaz, pero de gran inversión económica, en el que se relaciona directamente con el tamaño del proyecto; es decir, cuando el proyecto es más grande entonces la producción de energía eólica será una buena inversión. (Linares y Siche, 2016, p.47).

Hipótesis

El 10% del impacto ambiental generado por edificios multifamiliares existentes con una altura de cinco pisos durante su uso en su vida útil se puede mitigar a través de un plan de mejora en la gestión de agua y energía, basándose en recomendaciones que plantea el sistema de certificación Excellence in Design for Greater Efficiencies – EDGE.

Objetivos

Objetivo General:

Proponer un plan de mejora en la gestión de agua y energía para mitigar el impacto ambiental generado por edificios multifamiliares existentes de cinco pisos, durante su uso en su vida útil, en base a recomendaciones EDGE.

Objetivos Específicos:

- Comparar el consumo de agua en el edificio antes y después de la implementación del plan de mejora para demostrar una reducción de por lo menos 10% del consumo hídrico en el edificio.
- Comparar el consumo de energía en el edificio antes y después de la implementación del plan de mejora para demostrar una reducción de por lo menos 10% del consumo energético en el edificio.
- Estimar el tiempo de retorno de inversión para determinar la viabilidad de la implementación del plan de mejora de gestión de agua y energía desarrollado.
- Comparar el CO₂ que se genera por el uso del edificio en su vida útil antes y después de la implementación del plan de mejora de gestión de agua y energía desarrollado.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Impacto Ambiental

La definición de Impacto Ambiental según lo que indica ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento es que se trata de una alteración positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2001, p. 81). De la misma manera, los impactos ambientales negativos son aquellos impactos o alteraciones ambientales que se producen en uno, varios o en la totalidad de los factores que componen el ambiente, como resultado de la ejecución de proyectos o actividades con características, envergadura o localización con ciertas particularidades. La identificación y valoración de estos impactos ambientales negativos requieren de un análisis cualitativo y cuantitativo profundo, así como de una Estrategia de Manejo Ambiental que incluya medidas preventivas, correctivas, de mitigación y compensatorias. (MINAM, 2001, p.81).

1.1.1 Efecto Invernadero

El efecto invernadero es un proceso natural que influye en el calentamiento de la superficie de la tierra, bajo la acción de la radiación solar. Es debido a que ciertos gases atmosféricos, de escasa proporción en la composición global del aire, como el dióxido de carbono (CO₂), los óxidos de nitrógeno, el vapor de agua, el metano (CH₄) y el ozono troposférico, son capaces de modificar el balance energético de la tierra y el sol. Aunque el CO₂ no

corresponda más que un 0.0035 % de los componentes del aire, su papel es crítico en el control del clima terrestre por su propiedad de absorber intensamente la radiación infrarroja emitida por la tierra. La energía atrapada de este modo posee una gran capacidad potencial de alterar sustancialmente el clima mundial. (Instituto de España, 2003, p.19-20)

De acuerdo al inventario nacional de gases de efecto invernadero llevado a cabo en el año 2012 por el Ministerio del Ambiente, la generación de gases de efecto invernadero fue 171 mil 310 gigagramos. Estos gases que causan el calentamiento global, tienen como mayor fuente el uso y cambio de suelo que generó 86 mil 742 gigagramos, lo que representó el 50,6%. Asimismo, la energía (44 mil 638 gigagramos) explica el 26,1% y agricultura (26 mil 44 gigagramos) el 15,2%. Mientras que, los desechos (7 mil 828 gigagramos) y los procesos industriales (6 mil 63 gigagramos) representaron el 4,6% y 3,5% respectivamente. (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática [INEI], 2018, p.421).

Según cifras del Instituto de Recursos Mundiales (WRI), las emisiones totales de gases de efecto invernadero en el Perú (incluido el cambio de uso del suelo) representaron el 0,34% de las emisiones globales y el 3,5% de las emisiones de América Latina y el Caribe. Al excluir el cambio en el uso del suelo y los procesos de deforestación, estas emisiones estarían en el orden del 0,2% de las emisiones mundiales y del 2,5% de las emisiones de la región. Durante 2012, las emisiones por cambio de uso del suelo y deforestación correspondieron al 46% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero del país y, en el período 2003-2012, se incrementaron en un 60%. La Agencia Internacional de la Energía (AIE) reporta que en 2012 las emisiones de CO₂ del Perú asociadas a procesos de combustión de combustibles fósiles (sin incluir cambio de uso del suelo) correspondieron al 0,14% de las emisiones mundiales y, desde 2003, se han incrementado en un 82%. (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos [OCDE], 2016, p.13)

1.1.2 Fenómenos Naturales en el Perú

El Perú, por su ubicación geográfica; en el borde sur oriental del Océano Pacífico, forma parte del denominado Cinturón de fuego del Pacífico, lugar en donde se ubican el 75% de todos los volcanes y donde se generan el 80% de los terremotos registrados más grandes del mundo, lo que nos ubica en la zona sísmica más activa del mundo.

Su proximidad a la región tropical de Sudamérica, área donde se registra de manera recurrente la presencia del Fenómeno El Niño, La Niña y las características propias de su

configuración geográfica coronada con la presencia de Cordillera de los Andes, y la presencia de climas diversos influenciados por el Anticiclón del Pacífico y la Corriente de Humboldt; hacen que las características físicas y fenomenológicas del territorio peruano sean muy complejas, registrándose en el mismo, la ocurrencia de prácticamente todos los peligros generados por fenómenos de origen natural conocidos y estudiados por el hombre. (Presidencia del Consejo de Ministros, 2019, p.5)

Fenómeno del Niño

El Niño/Oscilación del Sur (ENOS) es un fenómeno natural caracterizado por la fluctuación de las temperaturas del océano en la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial, asociada a cambios en la atmósfera. Este fenómeno tiene una gran influencia en las condiciones climáticas de diversas partes del mundo. (Organización Meteorológica Mundial, 2019). En el verano de 2017, la costa peruana fue afectada por un evento El Niño, identificado como de tipo “Niño Costero”.

Sus manifestaciones físicas fueron múltiples: elevada temperatura superficial del mar (TSM) en la zona norte del mar peruano (26° a 27°C entre Tumbes y Lambayeque). En el litoral, anomalías diarias de la TSM, en un rango de +4°C y +6°C, se registraron entre Chimbote y Talara. En su dimensión fluvial, el caudal de los ríos de la costa norte y central presentó valores por encima de sus promedios históricos, llegando en algunos casos a considerarse situaciones de alerta. Por el contrario, ríos de la costa sur y de la vertiente del Titicaca presentaron valores por debajo de su promedio histórico. Todo este conjunto de indicadores fue configurando lo que en términos generales se denomina "Evento El Niño en la región costera de Perú" o “El Niño costero”. (Lizardo Senier, 2018, p1)

En noviembre 2016, los caudales de los principales ríos de la vertiente occidental se presentaron debajo de su promedio histórico. Los reservorios de las regiones norte y sur se mantuvieron operando con un porcentaje menor al 35% de su capacidad hidráulica, lo que significó una disponibilidad hídrica limitada. En enero 2017, los caudales de los ríos de la región centro-occidental alcanzaron valores muy por encima de sus promedios históricos como consecuencia del incremento de las lluvias, mientras que, en las regiones sur y norte, estos valores variaron entre normal y ligeramente sobre su media.

Hacia la segunda quincena del mes de febrero, los ríos de la vertiente occidental del Perú continuaron mostrando, en su mayoría, hidrogramas de tipo ascendente con caudales diarios

por encima de sus promedios, siendo el río Piura el más importante, el cual superó su nivel de emergencia ($1,000 \text{ m}^3/\text{s}$). Durante marzo, tras las intensas lluvias, la mayoría los ríos de la costa norte y central superaron niveles de emergencia, presentándose activaciones de quebradas secas con arrastre de sólidos en las cuencas medias y bajas, resaltando caudales históricos en el río Piura, ya por encima de los $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$. Las reservas hídricas continuaron mostrando una tendencia positiva en la costa norte y sur, con un 87% y 79% respecto a la capacidad hidráulica útil. Durante el mes de abril, los caudales de los ríos empezaron a disminuir progresivamente debido a la normalización de las lluvias tanto en la costa norte y centro; no obstante, se mantuvieron valores superiores a sus promedios históricos. La mayoría de los reservorios de la vertiente occidental se encontraron por encima del 50% de su capacidad hidráulica promedio, en particular la costa norte y sur con 95% y 83% respectivamente. (Estudio Nacional del Fenómeno del Niño, 2017, p22)

Fenómeno de la Niña

La Niña es un fenómeno climático que ocurre cuando las aguas superficiales del océano pacífico se enfrían. Esta disminución de la temperatura suele ocasionar temporadas más frías y sus efectos abarcan regiones enteras del planeta. Masas cargadas con mucha humedad están ocasionando lluvias y granizadas en la zona central de este país. Las consecuencias de La Niña se sienten con más fuerza en los Andes, debido a la pobre infraestructura de esa región peruana. Por ejemplo, en la ciudad de Huancayo se registró una lluvia de 20 litros por metro cuadrado en tan solo 24 horas y las carreteras se han visto interrumpidas por las nevadas. (Román, V. 2018). El nombre La Niña, se escogió por ser opuesto al Niño. Cuando se da este fenómeno, los vientos Alisios soplan con una fuerza mayor a lo normal, lo que provoca que mucha más agua caliente se almacene en las costas de Oceanía y Asia. Cuando esto ocurre, se dan lluvias extremas en estos lugares, pero se da una fuerte sequía en Sudamérica. (Portillo, G. 2017).

1.1.3 Aguas Grises

Las aguas grises son aguas provenientes de las regaderas, tinas y lavabos. Son aguas residuales que tuvieron un uso ligero, que pueden contener jabón, cabello, suciedad o bacterias, pero que están suficientemente limpias para regar las plantas.

En algunos lugares, el agua de la tarja de la cocina es considerada aguas grises, mientras que en otros lugares es clasificada como “aguas negras” lo mismo que el agua del inodoro. El

agua proveniente del inodoro, así como el agua del lavado de pañales, no debe ser considerada aguas grises. Tampoco reutilices agua de ningún lavabo que reciba productos químicos ni de casas que usan descalcificador de agua a base de sodio. Las aguas grises (tratadas o no tratadas) no son lo mismo que el agua reciclada, que es agua de desecho altamente tratada de una planta centralizada de tratamiento. El agua reciclada es de uso común en algunas áreas del EE. UU y otros países. (Allen, 2015, p. 2)

Existen muchos beneficios en el uso de aguas grises en lugar del agua potable como, por ejemplo:

- Disminuye el uso de agua potable de 16% a 40% dependiendo del sitio y el diseño del sistema.
- Disminuye el monto de los recibos de agua y la factura de aguas residuales.
- Diversifica los suministros de agua municipales y proporciona una fuente alternativa de agua para riego, reservando el agua tratada para necesidades de más alta calidad.
- Reduce las necesidades de energía y químicos usados para tratar las aguas residuales.
- Preserva los recursos de agua para otros seres vivos y concientiza al ser humano a seleccionar la forma en cómo utilizar el agua. (Allen, 2015, p. 2)

La mayoría de las aguas grises son fáciles de tratar debido a sus bajos niveles de contaminantes. Si estas son debidamente recogidas y separadas mediante un sistema de tuberías, las aguas grises pueden ser recicladas directamente en la propia vivienda. El reciclado de estas aguas no es apto para consumo humano, pero si tiene múltiples utilidades, ya sea para la limpieza del hogar, el riego del jardín o la cisterna del inodoro. Los sistemas de reciclado se pueden dividir en dos grandes grupos, los sistemas que purifican el agua y los sistemas que no la purifican. Cuando se trata del segundo grupo, las aguas grises se utilizan para fines agrícolas. La razón es básicamente que su reutilización debe ser muy rápida, porque podrían eclosionar bacterias en el agua acumulada más de 24h en el sistema de filtración. Por otro lado, existen muchos tipos de sistemas de purificación de dichas aguas, pero en todos los casos, convierten el agua en limpia, pero no potable. Algunos sistemas son mediante rayos láser, quedando el agua totalmente higienizada, pudiendo ser reutilizada para usos de la casa donde no se necesite agua potable.

Otros son biológicos como ciertos tratamientos complejos mediante bio-muros o sistemas de lodos activados. Por último, también se puede purificar el agua mediante la destilación (evaporación). (Garcia, 2015)

1.2 Situación Actual en el Perú

1.2.1 Situación Hídrica en el Perú

El Perú tiene 159 unidades hidrográficas (UH) con una oferta hídrica elevada que lo ubica, según ANA, como el octavo país con mayor cantidad de agua potable disponible para la población. Sin embargo, la relación entre población y disponibilidad de agua entre las regiones hidrográficas no es equitativa, por ejemplo: la vertiente del Pacífico dispone 2.18% del recurso hídrico para el 65.98% de la población, la vertiente del Amazonas o Atlántico dispone el 97.27% para el 30.76% de la población y la vertiente del Titicaca dispone solo el 0.56% para el 3.26% de la población del recurso hídrico (MINAM, 2017, p.11).

En la figura 1, se puede observar que en el Perú el uso poblacional representa del 40 al 45% (la segunda demanda más grande en el uso del agua) del total de consumo de agua. Lo cual implica que se contemple acciones preventivas para asegurar el abastecimiento de agua.

Sin embargo, cabe resaltar que el agua disponible se presenta de dos formas: superficial y

Figura 1: El agua en el Perú por Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2019

subterránea; su relación se debe a que ambas forman parte del mismo ciclo Hidrológico.

Es decir, forman parte del ciclo general por el que se traslada el agua, iniciando con la evaporación seguido de la condensación, precipitación e infiltración. En la siguiente tabla 1

se puede observar la disponibilidad hídrica a nivel nacional en el que se tiene en consideración el agua proveniente de forma superficial y subterránea.

Tabla 1: “Disponibilidad hídrica a nivel nacional según vertiente – 2012”

Vertiente	Disponibilidad de agua (hm3)			
	Total	%	Superficial	Subterránea
Pacífico	37260	1.50	34136	3124
Atlántico	2438218	98.20	1895226	542992
Titicaca	6873	0.30	6259	614
Total	2482351	100.00	1935621	546730

Nota: Adaptado de “Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales”, por Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, 2018.

El consumo de agua potable en Lima metropolitana se ha incrementado en los últimos 20 años. Este consumo se ve diferenciado según el lugar, al tipo de artefactos, accesorios o tipo de vida que llevan distintas familias en diferentes distritos de Lima. Según SEDAPAL, como se puede observar en la figura 2, actualmente el distrito que más consume agua es San Isidro, esto se debe a que dicho distrito, según el gerente comercial de SEDAPAL, “ha crecido en forma vertical y las casas que existen tienen muchas áreas verdes o piscinas” (Servicio de Agua Potable y alcantarillado [SEDAPAL], 2019), además de que existe gran actividad comercial y centros bancarios. Cabe indicar que existen distritos que tienen un horario discontinuo de suministro de agua como el caso de Ventanilla, San Juan de Lurigancho y San Bartolo, lo cual influye que consuman menos agua comparado con los distritos que tienen 24 horas continuas del servicio. En la figura 2 se puede observar los distritos que presentan mayor consumo promedio de agua. Por otro lado, en el sector doméstico se ha visualizado un incremento de consumo de agua potable representando una curva ascendente respecto al tiempo que pasa, tal información se puede observar en la Tabla 2 realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Figura 2: Consumo promedio de agua potable adaptado de SEDAPAL por diario Gestión., 2019

Tabla 2: "Consumo de agua potable en lima metropolitana por sectores 1995 2017 (miles de metros cúbicos)"

AÑO	TOTAL	SOCIAL	DOMESTICO	COMERCIAL	INDUSTRIAL	ESTATAL
1995	427930	19045	335897	37626	12734	22628
1996	432308	17265	341495	38187	11841	23520
1997	419897	12226	332851	39192	11559	24069
1998	387917	5997	300279	44070	11025	26546
1999	388712	8541	294055	43729	11124	31263
2000	378600	8951	294996	37114	9352	28187
2001	383709	12720	294103	36441	9629	30816
2002	390866	14192	298391	36943	9958	31382
2003	392964	12428	301554	37536	9912	31534
2004	386239	12983	297545	35840	9500	30371
2005	394605	14740	301323	37023	9846	31673
2006	410110	15118	311115	40467	10661	32749
2007	410072	15045	309836	41291	10762	33138
2008	414911	13963	312366	44866	10710	33006
2009	415878	13376	313280	45182	10520	33520
2010	423589	13159	319200	46938	11236	33056
2011	447010	13291	336921	50989	12012	33797
2012	472377	14153	354979	55229	12983	35033
2013	482845	13843	362202	66920	13008	26872
2014	487324	14563	368299	65989	12489	25984
2015	501039	15051	380198	67073	12290	26427
2016	514728	15506	392162	68911	11872	26277
2017	523321	15047	398398	70900	11965	27011

Nota: Adaptado de "Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales", por Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, 2018.

En el Perú, el gobierno subsidia el costo del agua potable según categorías de usuario, lo cual provoca que los costos del consumo de agua varíen, en la figura 3 se puede observar el precio que establece SEDAPAL según la categoría servicio doméstico subsidiado y no subsidiado.

SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA - SEDAPAL S.A.

ESTRUCTURA TARIFARIA VIGENTE

Por los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado

1. CARGO FIJO (\$/ Mes)5.042

2. CARGO POR VOLUMEN

CLASE CATEGORIA	RANGOS DE CONSUMOS	Tarifa (\$/ m³)	
	m³/mes	Agua Potable	Alcantarillado ⁽¹⁾
RESIDENCIAL			
Social	0 a más	1.263	0.585
Doméstico Subsidiado	0 - 10	1.263	0.585
	10 - 20	1.409	0.680
	20 - 50	1.487	0.917
	50 a más	5.394	2.542
Doméstico No Subsidiado	0 - 20	1.487	0.917
	20 - 50	2.111	1.284
	50 a más	5.394	2.542

Figura 3: Estructura de tarifa vigente según la categoría adaptado de SEDAPAL, 2019

1.2.2 Situación Energética en el Perú

La situación energética en el Perú ha cambiado en los últimos años, esto se debe principalmente a que antes no se tenía en los hogares todos los aparatos eléctricos que hoy en día se tiene. Actualmente se fabrica productos que cubren las necesidades más insospechadas del consumidor, y muchos de ellos necesitan de energía para su adecuada función. Es por tal motivo que en la figura 4 se puede observar la evolución del consumo de energía en el área residencial, lo cual es considerable pues en 1995 solo se consumía 3.2 Miles de GWh, mientras que en 2015 ya se consumía 9.2 Miles de GWh, convirtiéndose de esta forma el segundo sector que más evolucionó en cuanto a consumo. Además, el consumo nacional de electricidad creció una tasa promedio anual de 5.8% entre 1995 y 2015, de los 13 623 GWh de energía consumida en 1995 se pasó a 42 334 GWh en 2015, lo que representa un incremento de más de 200% en dicho periodo (Organismo Supervisor de la Inversión en energía y Minería [Osinergmin], 2015).

Figura 5: Evolución del consumo de electricidad del mercado eléctrico por tipo de uso adaptado de MEM. Elaboración: GPAE – Osinergmin, 2016

El consumo de energía por regiones presenta grandes diferencias, debido a que se tiene a la región Lima como primer lugar en consumo teniendo mucha ventaja sobre el segundo lugar que es ocupado por Arequipa, la principal justificación a esto es por la gran presencia de la actividad industrial; sin embargo, se tiene que tener en consideración el sector residencial que representa aproximadamente el 30% del total de consumo en la región Lima.

Figura 4: Consumo de electricidad del mercado eléctrico por región, 2015 adaptado de GRT – Osinergmin. Elaboración: GPAE – Osinergmin, 2016

Según el ministerio de energía y minas (MINEM, 2019), dentro de los artefactos que más energía consumen en el hogar están la cocina eléctrica, secadora de ropa, ducha eléctrica, terma eléctrica y horno microondas con un equivalente en focos prendidos a 45, 42, 37, 15 y 15 respectivamente. Es decir, una hora de uso de una cocina eléctrica, equivale al uso de 45 focos encendidos y así sucesivamente.

En el año 2016, el consumo de energía eléctrica en el país creció 7,8 % respecto al año anterior. En la generación, se destaca el consumo del Diésel B5, Petróleo Industrial y de Gas Natural que tuvo crecimiento en 27,2%, 12,5% y 8,8%, respectivamente. Asimismo, al igual que el 2015, con aún mayor margen en el 2016, el gas natural superó como fuente de energía para la generación eléctrica a la hidroenergía. (Ministerio de Energía y Minas [MINEM], 2016, p.4).

Debido al excesivo uso de recursos naturales y problemas en el cambio climático, durante el periodo 2016-2017 a nivel nacional eran 34 las universidades públicas con carreras profesionales en medio ambiente. Igualmente, en el año 2017 las universidades privadas sumaban 60, y el departamento de Lima ofertaba un mayor número de universidades públicas y privadas con estudios profesionales en medio ambiente (Instituto Nacional de estadísticas e Informática [INEI], 2018).

1.3 Edificaciones con certificación sostenible

La Construcción Sostenible se puede definir como aquella que, teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente de la energía y del agua, los recursos y materiales no perjudiciales para el medioambiente, resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales. (Ramirez, 2002). Fenómenos como el cambio climático, el deterioro de la capa de ozono, la lluvia ácida, la deforestación o la pérdida de biodiversidad, parecen estar provocados por las actuales actividades industriales y económicas. El entorno construido, donde pasamos más del 90% de la nuestra vida, es en gran medida culpable de dicha contaminación. Los edificios consumen entre el 20% y el 50% de los recursos naturales, dependiendo del entorno en donde están situados, siendo la construcción un gran consumidor de recursos naturales como; madera, minerales, agua y combustibles fósil. Asimismo, los edificios, una vez construidos, continúan siendo una causa directa de contaminación por las emisiones que producen o el impacto sobre el territorio y son una fuente indirecta de contaminación por el consumo de energía y agua necesarios para su funcionamiento. (Ramirez, 2002).

En el Perú ya existen 40 edificios sostenibles y alrededor de 100 se encuentran en camino a lograrlo. Entre las que han iniciado una ruta hacia la sostenibilidad se encuentran la Clínica Delgado, Hotel Westin, Edificio Panorama, la Universidad Católica y las nuevas oficinas del Grupo Romero. Según la Red Regenerativa, la sede del Palacio de Gobierno podría ahorrar alrededor de 180 mil soles anuales en energía, casi 90 mil en agua y sus emisiones de CO₂ se reducirían de 1049.5 a 314.85 toneladas anuales si es que se transforma en una construcción sostenible. El primer edificio verde del Estado es la nueva sede del Banco de la Nación. (La República, 2017) y sólo 60 edificios cuentan con certificación internacional por haber sido construidos bajo los parámetros de sostenibilidad ambiental. (Paucar, 2018).

1.3.1 Normativa Actual en el Perú

Con el fin de normar los criterios técnicos para el diseño y construcción de edificaciones y ciudades, a fin que sean calificadas como edificación sostenible o ciudad sostenible, en 2013 lanzaron la primera Ordenanza Municipal de Promoción de Edificaciones Verdes. Esta norma otorga bonos de altura: es decir, permite agregar de uno a cuatro pisos adicionales a cambio del compromiso de las empresas de desarrollar edificios verdes, es decir, con zonas de jardines en azoteas o “techos verdes”, contenedores segregados para el reciclaje y certificados internacionalmente por LEED, EDGE o BREEAM. (El Comercio, 2019).

Además, en 2015, junto con el Ministerio de Construcción, Ambiente y la Cámara Peruana de la Construcción, lanzaron el Código Técnico de Construcción Sostenible, cuyo objetivo es lograr que este 2019 se implemente obligatoriamente en todas las construcciones del sector público. (El Comercio, 2019).

“...el Comité Permanente para la Construcción Sostenible y la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento del Viceministerio de Construcción y Saneamiento del MVCS, sustentan la necesidad de aprobar el “Código Técnico de Construcción Sostenible” - CTCS, a fin de promover las eficiencias energética e hídrica en las edificaciones, estando a las condiciones bioclimáticas de la localidad en que se desarrolla, comprendiendo; entre otros; el aprovechamiento de las aguas residuales tratadas y la utilización de artefactos o sistemas con eficiencia energética...” (El Peruano, 2015)

Dentro de sus objetivos, se logra una eficiencia energética mediante:

- Transmitancia térmica máxima de cerramientos según zona bioclimática.
- Calentamiento del agua con energía solar.
- Iluminación y refrigeración eficiente

y una eficiencia hídrica mediante: Aparatos sanitarios (griferías e inodoros) que incluyan tecnologías de ahorro de agua. Toda edificación nueva debe ser entregada a su propietario con instalaciones sanitarias para aguas residuales domésticas tratadas. (El Peruano, 2015).

1.4 Recomendaciones EDGE

La certificación Excellence Design For Greater Efficiencies (EDGE) es una norma de construcción ecológica y un sistema de certificación para casi 150 países, cuya aplicación ayuda a que una construcción pueda clasificarse como ecológica.” (EDGE, 2019). EDGE permite y facilita el descubrimiento de soluciones técnicas en la primera fase del diseño para reducir los costos de funcionamiento y el impacto ambiental. Sirviéndose de la información proporcionada por el usuario y de la selección de estrategias verdes, EDGE muestra previsiones de ahorro operacional y de reducción de emisiones de carbono. Este panorama general del desempeño contribuye a formular una justificación convincente para la construcción verde. El conjunto de tipos de edificaciones de EDGE incluye “Casas”, “Hotelería”, “Comercio”, “Oficinas”, “Hospitales” y “Educación”. EDGE puede usarse para certificar edificios en cualquier etapa de su ciclo de vida útil, lo que incluye la idea conceptual, el diseño, una nueva construcción, los edificios existentes y las renovaciones. (EDGE, 2019).

1.4.1 Recomendaciones para la Gestión de Agua

La eficiencia en el uso del agua es una de las tres categorías de recursos principales que componen la norma EDGE. Para cumplir esta norma a los efectos de la certificación, el equipo de diseño y construcción debe revisar los requisitos indicados para las medidas seleccionadas y proporcionar la información solicitada. (EDGE, 2019). En la tabla 3 se explica cada medida que se debería adoptar para la eficiencia en el consumo de agua.

Tabla 3: "Recomendaciones EDGE para la Gestión de Agua"

MEDIDA DE EFICIENCIA	ORIENTACIONES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA CERTIFICACIÓN EDGE
W01*: Duchas de bajo flujo	Resultados de las pruebas realizadas en el lugar por el auditor para verificar el flujo máximo por minuto, usando un cronómetro y un recipiente medidor. Fotografías de las duchas instaladas, o facturas de compra y comprobantes de entrega de las duchas.
W02*: Grifos de bajo flujo para lavabos	Resultados de las pruebas realizadas en el lugar por el auditor para verificar el flujo máximo por minuto, usando un cronómetro y un recipiente medidor; Fotografías de los grifos instalados, o recibos de compra y comprobantes de entrega de los grifos donde se detallen la marca, el modelo y el mecanismo de cierre automático.
W03*: Sanitarios con uso eficiente de agua	Fotografías de los sanitarios instalados, o recibos de compra y comprobantes de entrega de los sanitarios.
W04*: Urinarios con uso eficiente de agua	Fotografías de los sanitarios instalados, o recibos de compra y comprobantes de entrega de los urinarios.
W05*: Grifos de cocina con uso eficiente de agua	Resultados de las pruebas realizadas en el lugar por el auditor para verificar el flujo máximo por minuto, usando un cronómetro y un recipiente medidor; Fotografías de los grifos o reductores de flujo instalados, o recibos de compra y comprobantes de entrega de los grifos o reductores de flujo.
W06: Válvulas rociadoras de bajo flujo para preenjuagar la vajilla	Resultados de las pruebas realizadas en el lugar por el auditor para verificar el flujo máximo por minuto, usando un cronómetro y un recipiente medidor; Fotografías de las válvulas de preenjuague instaladas, o recibos de compra y comprobantes de entrega de las válvulas de preenjuague.
W07: Lavavajillas con uso eficiente de agua	Una reseña actualizada de los lavavajillas instalados en el edificio que incluya la cantidad, el fabricante y el modelo, o una constancia del consumo máximo de agua del fabricante, o recibos de compra y comprobantes de entrega de los lavavajillas.
W08: Lavadoras de carga frontal con uso eficiente de agua	Fotografías de las lavadoras de carga frontal instaladas, o recibos de compra y comprobantes de entrega de las lavadoras.
W09: Sistema de recuperación del agua de enjuague para el lavado de ropa	Planos de distribución hidráulica conforme a obra del área de lavandería donde se muestre la ubicación de los tanques de recolección, filtrado y reutilización del agua de enjuague. Fotografías de los equipos instalados relacionados con el sistema.
W10: Sistema de recuperación del agua condensada	Planos de distribución hidráulica conforme a obra que contengan la ubicación de la tecnología de recuperación, recolección y reutilización Fotografías de los equipos instalados relacionados con el sistema.
W11: Jardinería con uso eficiente de agua	Fotografías de las especies plantadas, la superficie ajardinada y el sistema de riego, o recibo de compra y comprobante de entrega de las plantas y la vegetación.
W12: Cobertor para piscina	Fotografías del cobertor de piscina instalado, o recibo de compra y comprobante de entrega del cobertor de piscina.
W13: Sistema de recolección de agua de lluvia	Fotografías del sistema de recolección de agua de lluvia y la doble tubería instalados, o recibo de compra y comprobante de entrega del sistema de recolección/almacenamiento de agua de lluvia.
W14: Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas grises	Fotografías con sello de fecha del sistema instalado Recibo de compra y comprobante de entrega del sistema de tratamiento y almacenamiento de agua. Cálculos y especificaciones actualizados, en caso de ser necesario, o contrato firmado con la empresa administradora, si se trata de un sistema centralizado o fuera del predio
W15: Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas negras	Fotografías del sistema instalado Cálculos y especificaciones actualizados, en caso de ser necesario, o recibo de compra y comprobante de entrega del sistema de tratamiento y almacenamiento de agua, o contrato firmado con la empresa administradora, si se trata de un sistema centralizado o fuera del predio

Nota: Adaptado de Guía de Usuario EDGE, por EDGE, 2019

1.4.2 Recomendaciones para la Gestión de Energía

La eficiencia energética es otra de las tres categorías de recursos principales que componen la norma EDGE. Para cumplir esta norma a los efectos de la certificación, el equipo de diseño y construcción debe revisar los requisitos indicados para las medidas seleccionadas y proporcionar la información solicitada. (EDGE, 2019). Los cuales se presentan en la Tabla 4:

Tabla 4: "Recomendaciones EDGE para la Gestión de Energía"

MEDIDA DE EFICIENCIA	ORIENTACIONES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA CERTIFICACIÓN EDGE
E02: Dispositivos de control solar externo	Fotografías de los dispositivos de control solar en todas las fachadas, o planos conforme a obra de las fachadas que muestren los dispositivos de control solar instalados, o cálculos actualizados del factor de sombreado cuando se hayan realizado cambios en la etapa de diseño.
E04: Pintura reflectiva para paredes externas	Fotografías de los materiales y el acabado de la pared (si el acabado es blanco, no serán necesarias más pruebas) y uno de los siguientes elementos: ficha técnica del producto del acabado de la pared (con el valor de la reflectividad solar), o comprobante de entrega y documentos de compra en los que se indique que el acabado de la pared especificado se ha entregado en la obra
E07: Vidrio con revestimiento de baja emisividad	Fotografías de las unidades de vidrio instaladas Recibos de compra y comprobantes de entrega del vidrio Fichas técnicas de los fabricantes que demuestren el promedio estacional del valor-U para la ventana (incluidos el vidrio y el marco) y el SHGC del vidrio y del marco.
E11: Ventiladores de techo	Planos conforme a obra de los componentes mecánicos y eléctricos en los que se incluyan todas las plantas Comprobantes de entrega que demuestren que los ventiladores especificados (incluida la etiqueta de eficiencia energética, cuando corresponda) se han entregado en la obra Fotografías de los ventiladores instalados como muestra de las unidades que se han analizado en la evaluación
E12*: Sistema de aire acondicionado	planos conforme a obra de los componentes mecánicos y eléctricos con los diagramas de aire acondicionado de todas las plantas Comprobantes de entrega que demuestren que los enfriadores especificados se han entregado en la obra fichas técnicas del fabricante para el sistema de refrigeración en las que se especifique la información sobre el COP Fotografías de las unidades de aire acondicionado exteriores e interiores instaladas, o contrato firmado con la empresa administradora, si se trata de un sistema centralizado o ubicado fuera del predio.
E15*: Sistema de refrigeración con flujo de refrigerante variable (frv)	planos conforme a obra de los componentes mecánicos con los diagramas de aire acondicionado de todas las plantas Comprobantes de entrega que demuestren que los equipos especificados se han entregado en la obra; fichas técnicas del fabricante para el sistema de refrigeración con FRV en las que se especifique la información sobre el COP Fotografías de las unidades de aire acondicionado exteriores e interiores instaladas, o contrato firmado con la empresa administradora, si se trata de un sistema centralizado o fuera del predio, donde se incluya la
E24: Sistema de calefacción y refrigeración radiante	Planos conforme a obra de los componentes mecánicos y eléctricos con la ubicación de los paneles radiantes, y la eficiencia de producción del sistema de refrigeración/calefacción Fotografías de los equipos instalados relacionados con el sistema, o comprobantes de entrega que demuestren que la tecnología radiante especificada se ha entregado en la obra.
E26: Caldera de condensación de alta eficiencia para calefacción	diagramas actualizados del sistema Fotografías de las calderas de condensación instaladas Ficha técnica del fabricante donde se indique la ECAC de las calderas de condensación adquiridas Recibos de compra y comprobantes de entrega de las calderas de condensación.
E27: Recuperación del calor residual del generador para calefacción	planos eléctricos y mecánicos conforme a obra con la ubicación del generador, la tecnología de recuperación y la producción del sistema de calefacción Comprobantes de entrega que demuestren que el generador eléctrico y la tecnología de recuperación especificados se han entregado en la obra Fichas técnicas del fabricante para el generador eléctrico, o fotografías de los equipos exteriores e interiores instalados relacionados con el sistema
E28: Caldera de alta eficiencia para agua caliente	Diagramas actualizados del sistema Fotografías de las calderas instaladas Ficha técnica del fabricante de las calderas adquiridas, o recibos de compra y comprobantes de entrega de las calderas

E29: Bomba de calor eléctrica para agua caliente	Planos eléctricos y mecánicos conforme a obra con diagramas del sistema de las bombas de calor Ficha técnica del fabricante para el sistema de la bomba de calor instalado, incluida la información sobre el COP del calentador de agua Fotografías de los calentadores de agua instalados, o recibos de compra y comprobantes de entrega en los que figure que los calentadores de agua con bomba de calor se han entregado en la obra.
E31: Recuperación de calor de aguas grises	Planos hidráulicos conforme a obra donde se muestre la ubicación de la tecnología de recuperación en caso de que se hayan introducido modificaciones respecto del diseño Comprobantes de entrega y recibos de compra donde se muestre que la tecnología de recuperación especificada se ha entregado en la obra Fichas técnicas del fabricante para el dispositivo de recuperación de calor de aguas grises donde se especifiquen la tecnología de recuperación utilizada y su eficiencia (porcentaje), o fotografías de los equipos instalados relacionados con el sistema.
E32: Recuperación de calor de aguas residuales de lavandería	Planos hidráulicos conforme a obra donde se muestre la ubicación de la tecnología de recuperación instalada en el área de lavandería en caso de que se hayan introducido modificaciones respecto del diseño; Comprobantes de entrega que demuestren que la tecnología de recuperación especificada se ha entregado en la obra Fichas técnicas del fabricante para el dispositivo de recuperación de calor de aguas grises donde se especifiquen la tecnología de recuperación utilizada y su eficiencia (porcentaje), o fotografías de los equipos interiores instalados relacionados con el sistema.
E33: Bombillas ahorradoras de energía	Planos eléctricos conforme a obra, con el diseño del sistema de iluminación en caso de que se hayan introducido modificaciones respecto del diseño Fichas técnicas del fabricante y cálculos que muestren que los artefactos que no son CFL, ledes o T5 cumplen con el umbral de 90 lm/W Fotografías de la instalación del sistema de iluminación (no es necesario tomar fotografías de cada una de las lámparas instaladas, sino que debe convencerse al auditor de que se ha comprobado y verificado una proporción razonable); recibos de compra y comprobantes de entrega de las lámparas
E36: Campanas extractoras con velocidad variable y ventiladores con control automático	Planos conforme a obra donde se detalle la campana con control automático instalada Recibo de compra de la campana con control automático, o fotografías de los SVV instalados en las campanas extractoras de la cocina
E37: Refrigeradores y lavadoras energéticamente eficientes	Lista actualizada de los refrigeradores y las lavadoras instaladas en el edificio que incluya la cantidad, el fabricante y el modelo Prueba de certificación de Energy Star, del sistema de etiquetado de eficiencia energética establecido por la Unión Europea o de otro sistema equivalente, o especificaciones del fabricante donde se indique el consumo de energía.
E41: Colectores solares para agua caliente	planos conforme a obra de la plomería Plano conforme a obra del techo donde se muestren la ubicación, la orientación y el ángulo de los paneles Fotografías de los paneles instalados, o recibos de compra y comprobantes de entrega de los paneles solares
E42: Energía solar fotovoltaica	Plano conforme a obra del techo donde se muestren la ubicación, la orientación y el ángulo de los paneles, si se han introducido cambios respecto del diseño Recibos de compra y comprobantes de entrega de los paneles solares, o fotografías de los paneles instalados, o contrato firmado con la empresa administradora, si se trata de un sistema fotovoltaico centralizado o fuera del predio.
E43: Otra energía renovable para generación de electricidad	documentación conforme a obra donde se muestren la ubicación y el tamaño del sistema Fotografías del sistema, o recibos de compra y comprobantes de entrega del sistema.
E44: Adquisición de energía renovable fuera del predio	Copia del contrato u otro documento formal donde consten la cantidad y el plazo de la energía renovable entregada al proyecto Descripción de la forma de energía renovable que se adquiere y su origen o nombre de proyecto Documentación que permita corroborar que se enmarca en la definición de una autoridad local pertinente.
E45: Compensación de carbono	Documentación del proveedor de las compensaciones de carbono, donde conste la certificación formal u otra verificación externa a cargo de una autoridad pertinente Descripción del proyecto de compensación de carbono, incluidos los métodos a través de los cuales se llevan a cabo las reducciones de carbono Copia de un contrato u otro documento formal donde conste la cantidad de compensaciones adquiridas en toneladas métricas de CO2 equivalente.

Nota: Adaptado de Guía de Usuario EDGE, por EDG, 2019

1.4.3 Software EDGE versión 2.1.5

El software EDGE Versión 2.1.5 es un simulador gratuito proporcionado por la certificadora Internacional Excellence in Design for Greater Efficiencies, el cual trabaja con un interfaz que entiende las condiciones climáticas, los costos locales para el consumo de agua y energía y el comportamiento de los ocupantes. Este software calcula los ahorros en servicios públicos de agua y energía, así como la reducción de las emisiones de CO₂, comparándolos con los de una línea base.

El caso base se desarrolla utilizando datos empíricos de edificios reales que reflejan las practicas actuales en todo el mundo, el software se adaptó a las medidas establecidas en cada lugar en donde tiene una implicancia la certificación EDGE, mediante el apoyo de instituciones nacionales que proporcionaron estudios de mercado y recopilación de datos. Para determinar los parámetros de la línea base para la eficiencia en energía, agua y materiales, EDGE se basa en la información obtenida de las prácticas de construcción típicas, así como de los códigos de desempeño de construcción nacionales y locales; por ejemplo, si existe un código de eficiencia energética (CEE) en la práctica en un determinado país, como en Sudáfrica, esta se utiliza para generar el cálculo del caso base. (International Finance Corporation [IFC], 2019)

Para validar la metodología de cálculo utilizados en el software EDGE versión 2.1.5 la certificadora utilizó el software de simulación dinámica eQuest. Este software simuló 9 edificios de diferentes ubicaciones y los resultados de cada una de las nueve ubicaciones se compararon con los resultados de EDGE. Así mismo, consultores externos en Filipinas y México han realizado revisiones iniciales de “EDGE for Homes” para validar el software para los diferentes mercados locales. En Filipinas, consultores externos de WSP Group realizaron un estudio para comparar los resultados entre EDGE e IES13; software de simulación dinámica. La prueba concluyó una variación del 5%. En México, Lean House Consulting recibió el encargo de comparar los resultados entre EDGE y dos softwares de simulación dinámica, DOE14 y Design Builder¹⁵ para cuatro ubicaciones: Cancún, Guadalajara, Hermosillo y Mexicali. La prueba concluyó una variación del 7-8%. Se consideró aceptable una variación de menos del 10%. (IFC, 2019)

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Descripción de la Metodología

El presente estudio tiene un nivel de investigación descriptiva y explicativa. Por un lado, es descriptiva porque se pretende medir el consumo de agua y energía que presentan los edificios multifamiliares existentes; y es explicativa porque a través de esta medición se va a definir los puntos en los cuales se puede intervenir para poder obtener una reducción en cuanto al consumo de agua y energía, sin disminuir la calidad y frecuencia de estos servicios. Por otro lado, el diseño de la investigación es documental debido a que se va a realizar diferentes simulaciones las cuales van a ser documentadas para cada caso de estudio y poder establecer una gestión de mejora y lograr reducir el impacto ambiental que se genera en el edificio. Cabe resaltar de forma implícita que para la realización de este estudio la población son los edificios multifamiliares existentes de cinco niveles en el departamento de Lima con antigüedad menor a 25 años debido a la infraestructura, normativa de construcción y distribución de espacios que presentan. Con motivo de la realización de un estudio más específico, se determina que la muestra de la población del estudio de tesis son los edificios multifamiliares existentes de cinco niveles en el distrito de San Juan de Miraflores. Para lograr el desarrollo de la investigación del cambio de un edificio tradicional a un edificio sostenible capaz de generar un sistema adecuado para la reducción de impactos ambientales mediante la mejora en la gestión de agua y energía, se usará las recomendaciones EDGE. Esto debido a que, dentro de las posibilidades existentes de certificaciones en el mercado peruano, el enfoque que presenta EDGE en edificios multifamiliares existentes se basa en el ahorro de agua y de energía (EDGE, 2019), en cambio las recomendaciones de LEED se enfoca en el mantenimiento interno y externo del edificio, programas de reciclaje y eficiencia energética (Leadership in Energy & Environmental Design [LEED], 2019)

2.2 Descripción del Proceso de Implementación

2.2.1 Implementación en la Gestión de Agua

Como primer paso, se reconocerá e identificará los puntos que generan más consumo de agua mediante visitas programadas al edificio, previamente analizando los planos arquitectónicos y de instalaciones sanitarias.

Como segundo paso, se analizará y definirá las formas como se puede reducir el impacto ambiental generado por el uso de agua a través de las recomendaciones EDGE.

Para las simulaciones se utilizan los softwares “EDGE versión 2.1.5” para modelar el edificio antes y después de la implementación. Es decir, el uso de este software permitirá calcular el gasto de agua actual del edificio, y según a los datos que se obtenga poder realizar otra simulación con las mejoras implantadas para poder determinar la reducción del gasto de agua en los puntos seleccionados inicialmente.

Por último, se realizará una propuesta de mejora final para el edificio basada en los resultados obtenidos en las simulaciones realizadas con el fin de otorgar a los habitantes involucrados opciones concretas y específicas para la reducción de gastos en el consumo de agua. Así mismo, se especificará el tiempo de retorno de su inversión mediante el uso del software de “EDGE”.

2.2.2 Implementación en la Gestión de Energía

Para la implementación en la gestión de energía se analizará y definirá las formas como se puede reducir el gasto de energía en los departamentos y ambientes comunes en el edificio a través de las recomendaciones EDGE. Para las simulaciones se utiliza el software EDGE para modelar el consumo de energía antes y después de la implementación.

Por último, se realizará una propuesta de mejora final para el edificio basada en los resultados obtenidos en las simulaciones realizadas con el fin de otorgar a los habitantes involucrados opciones concretas y específicas para la reducción de gastos en el consumo de energía. Así mismo, se especificará el tiempo de retorno de su inversión mediante el uso del software de “EDGE”. Además, se determinará la huella de carbono que se reduce implementando las mejoras desarrolladas en las simulaciones, esto con el motivo de conocer la reducción de impacto ambiental que se genera en el edificio multifamiliar.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

3.1 Reconocimiento e Identificación del Edificio en Estudio

El edificio multifamiliar elegido para la realización de la tesis queda ubicado en Av. Los Álamos y Av. Alipio Ponce (Parcela 2) altura 13.00 km de la Panamericana Sur, distrito de San Juan de Miraflores, provincia y departamento de Lima en el conjunto residencial “Héroes de San Juan y Miraflores”. El edificio tiene un área construida de 1838.8 m² (sin escaleras) distribuidos en 5 pisos. Este edificio consta de 4 departamentos por piso, presentando en general 20 departamentos en toda la edificación. Además, presenta 14 años de antigüedad y es albergado por las familias de militares. Se muestra el mapa de ubicación del edificio en la figura 6.

Figura 6: Mapa de ubicación del edificio multifamiliar. Adaptado de Google Maps, 2019

El edificio presenta la distribución de ambientes (cocina, baño, sala-comedor, dormitorio y lavandería) por departamento tal como se presenta en la tabla 5 y figura 8. Además, en la figura 7 se puede observar el edificio multifamiliar en vista de elevación. Así mismo, en el Anexo 1 se puede visualizar los planos de Arquitectura y de Instalaciones Sanitarias y Eléctricas de un departamento típico del edificio.

Figura 7: Edificio multifamiliar vista de elevación. Fuente propia.

Figura 8: Plano arquitectónico de distribución de departamento típico del edificio. Fuente propia

Tabla 5: “Distribución de ambientes del edificio”

Piso	Departamento	Cocina	Baño	Sala - comedor	Dormitorios	Lavandería
Piso 1	101	1	2	1	3	1
	102	1	2	1	3	1
	103	1	2	1	3	1
	104	1	2	1	3	1
Piso 2	201	1	2	1	3	1
	202	1	2	1	3	1
	203	1	2	1	3	1
	204	1	2	1	3	1
Piso 3	301	1	2	1	3	1
	302	1	2	1	3	1
	303	1	2	1	3	1
	304	1	2	1	3	1
Piso 4	401	1	2	1	3	1
	402	1	2	1	3	1
	403	1	2	1	3	1
	404	1	2	1	3	1
Piso 5	501	1	2	1	3	1
	502	1	2	1	3	1
	503	1	2	1	3	1
	504	1	2	1	3	1
Total	20	20	40	20	60	20

Nota: Fuente Propia.

3.2 Estudio de la Gestión del Agua

El edificio actualmente cuenta con los siguientes aparatos sanitarios en cada piso:

Tabla 6: “Aparatos Sanitarios por piso”

Piso	Departamento	Cocina		Baño		Lavandería	
		Lavadero	Inodoro	Lavamanos	Ducha	Lavadero	Grifo para lavadora
Piso 1	101	1	2	2	2	1	1
	102	1	2	2	2	1	1
	103	1	2	2	2	1	1
	104	1	2	2	2	1	1
Piso 2	201	1	2	2	2	1	1
	202	1	2	2	2	1	1
	203	1	2	2	2	1	1
	204	1	2	2	2	1	1
Piso 3	301	1	2	2	2	1	1
	302	1	2	2	2	1	1
	303	1	2	2	2	1	1
	304	1	2	2	2	1	1
Piso 4	401	1	2	2	2	1	1
	402	1	2	2	2	1	1
	403	1	2	2	2	1	1
	404	1	2	2	2	1	1
Piso 5	501	1	2	2	2	1	1
	502	1	2	2	2	1	1
	503	1	2	2	2	1	1
	504	1	2	2	2	1	1
Total	20	20	40	40	40	20	20

Nota: Fuente Propia.

3.2.1 Cálculo de Consumo Hídrico Inicial

Para el cálculo del consumo hídrico se realizó un compendio de los gastos mensuales obtenidos en los recibos del edificio. La facturación del gasto hídrico es general, es decir, en un solo recibo se factura el consumo de los 20 departamentos, así como también el consumo de las áreas comunes. Para este cálculo se estableció un promedio de los meses con mayor significancia evidenciado en el Anexo 2.

Tabla 7: “Gasto y Costo promedio del consumo Hídrico en el edificio”

Mes	Gasto mensual (m ³)	Gasto diario (m ³)	Precio mensual	Precio diario
Enero	422.99	13.64	S/ 651.80	S/ 21.03
Febrero	445.03	15.89	S/ 698.03	S/ 24.93
Marzo	419.95	13.55	S/ 645.40	S/ 20.82
Abril	415.01	13.83	S/ 635.08	S/ 21.17
Mayo	453.07	14.62	S/ 715.00	S/ 23.06
Junio	478.91	15.96	S/ 769.15	S/ 25.64
Julio	411.02	13.26	S/ 626.72	S/ 20.22
Agosto	426.03	13.74	S/ 658.26	S/ 21.23
Setiembre	392.02	13.07	S/ 590.43	S/ 19.68
Octubre	412.92	13.32	S/ 634.57	S/ 20.47
Noviembre	424.35	14.15	S/ 656.75	S/ 21.89
Diciembre	441.55	14.24	S/ 687.40	S/ 22.17
Total	5142.85	169.27	S/ 7,968.59	S/ 262.31
Promedio	428.57	14.11	S/ 664.05	S/ 21.86

Nota: Fuente Propia.

Mediante los datos de gasto mensual hídrico presentados se puede deducir que; por un lado, el edificio presenta un gasto promedio de 428.57 m³ lo que genera un costo de S/. 664.05, por otro lado, el gasto anual es de 5142.85 m³ que equivale a un total de S/. 7 968.79.

3.2.2 Reconocimiento e Identificación de puntos de mejora para la Gestión de Agua

En el reconocimiento y recorrido realizado en el edificio de estudio se identificó varios puntos que se tomaron como alternativas para poder mejorar la gestión de agua y de esa forma reducir el consumo de agua generado actualmente. Dentro de los puntos verificados se encuentran la salida de agua de la ducha, los grifos de lavabos y grifos de cocina debido a que presentan un alto consumo de agua, aproximadamente 14.09 m³ al día, en la realización de las actividades cotidianas de los habitantes del edificio. Como propuesta de mejora se plantea el cambio de accesorio para duchas con bajo flujo, cambio de accesorio para lavabos con grifos de bajo flujo y cambio de accesorio con grifos de cocina con uso eficiente de agua. Por otro lado, como una propuesta de implementación se desarrollará el sistema de tratamiento y reciclaje de aguas grises para tratar las aguas residuales generadas por las actividades realizadas en el edificio, excepto las agua que provienen de las descargas de los sanitarios y de los fregaderos de la cocina debido al contenido de toxicidad que pueden presentar. Esta agua reciclada será reutilizada para las descargas de sanitarios.

Todos los puntos seleccionados y mencionados anteriormente se desarrollan detalladamente en el punto 3.2.3.

3.2.3 Propuesta de plan de mejora según recomendaciones EDGE

Propuesta 1: Cambio de accesorio para duchas con bajo flujo

Para alcanzar una reducción significativa según las recomendaciones EDGE se requiere que las duchas de bajos flujo reduzcan el consumo del agua sin afectar negativamente la funcionalidad y calidad del servicio; así mismo, el flujo de ducha puede ser tan bajo como 6 litros por minuto o superior a 20 litros por minuto, todo depende de la presión del agua. Hoy en día, existen en el mercado peruano diversos tipos de ducha que cumplen con el requisito de bajo flujo y que para mantener un buen servicio y satisfacción del usuario mezclan el agua con aire para provocar perturbaciones e intensifica la sensación de que la presión es mayor sin aumentar el flujo. Un ejemplo de ducha de bajo flujo es la que se muestra en la figura 9.

Figura 9: Ducha de bajo flujo 7lt/min. Adaptado de FT. Vainsa, 2019

Propuesta 2: Cambio de accesorio para lavabos con grifos de bajo flujo

Con esta propuesta se puede lograr un ahorro si el flujo de los grifos especificados para los lavabos del edificio es inferior al flujo del caso base en litros por minuto. Este flujo debe obtenerse a través del uso de aireadores y/o controles de cierre automático. Los aireadores son pequeños dispositivos de ahorro de agua que se instalan en el grifo, mezclan el agua con aire para provocar perturbaciones en el flujo, lo que intensifica la sensación de que la presión es mayor sin aumentar el flujo.

Los grifos con cierre automático se activan al presionar y cuentan con sensores electrónicos que permiten la salida de agua durante un período programado, generalmente 15 segundos. Luego de este período, el grifo se cierra automáticamente, lo que resulta ideal para baños públicos y áreas no supervisadas. Se pueden incorporar reductores del flujo o aireadores en los grifos especificados para reducir el flujo, lo que puede resultar una alternativa más económica que adquirir un grifo de bajo flujo. Para garantizar un ahorro adecuado el flujo de agua de los grifos con bajo flujo debería de ser de 2 litros por minuto o inferior al caso base puesto que cuanto menor sea el flujo, mayor será el ahorro de agua. Un ejemplo de grifo de bajo flujo para lavabos es la que se muestra en la figura 10

Figura 10: Grifo de bajo flujo para lavabos de baño 8lt/min – 18 lt/min. Adaptado de FT. Vainsa, 2019

Propuesta 3: Cambio de accesorio con grifos de cocina con uso eficiente de agua.

Se pueden lograr un ahorro en el edificio si el flujo de los grifos de cocina es inferior al del caso base especificado en litros por minuto. Dado que el flujo de un grifo depende de la presión del agua, los fabricantes suelen proporcionar un gráfico en el que se muestra el flujo a distintas presiones. Con esta propuesta se da por supuesto que el flujo mejorado es, por defecto, de 4 litros por minuto o menor al flujo base. Existen diversos tipos de grifos que cumplen con el requisito de flujo bajo en el mercado peruano. Para mantener la satisfacción del usuario con los flujos más bajos, algunos fabricantes mezclan el agua con aire para provocar perturbaciones en el flujo, lo que intensifica la sensación de que la presión es mayor sin aumentar el flujo. Un ejemplo de grifo de bajo flujo para lavabos es la que se muestra en la figura 11.

Figura 11: Grifo de bajo flujo para cocina 9 lt/min. Adaptado de FT. Vainsa, 2019

Propuesta 4: Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas grises

Se propone un sistema de reciclaje de aguas grises para tratar las aguas residuales del edificio, excepto el agua que provienen de las descargas de los sanitarios y de los fregaderos de la cocina. Esta agua reciclada reutilizará para las descargas de sanitarios. El reciclaje de aguas grises reduce el consumo de agua dulce del suministro municipal y la carga sobre la infraestructura local de abastecimiento de agua y alcantarillado. EDGE recomienda que las aguas grises recicladas se utilizarán para las descargas de los sanitarios, con esta medida se calcula automáticamente el suministro potencial y reduce la demanda de agua municipal para las descargas de sanitarios en esa cantidad. Supone que las aguas residuales del edificio se recolectan y almacenan en cantidades suficientes para satisfacer la demanda de agua para las descargas de los sanitarios.

Si la cantidad de aguas grises tratadas es insuficiente, se abastecerá la descarga con la demanda municipal. En la figura 12 se muestra el sistema de recolección de aguas grises del lavamanos la cual es recolectada y conducida al tanque de descarga del sanitario. Por el momento este sistema se comercializa en España, lo que no imposibilita su compra e importación, pero existe un proyecto peruano llamado “Aqiyaku” el cual consiste en el mismo sistema de recolección de aguas grises.

Figura 12: sistema de recolección de aguas grises. adaptado de Google imágenes, 2019

3.2.4 Cálculo de nuevo consumo hídrico con las mejoras implementadas mediante simulación con el software EDGE versión 2.1.5

Para realizar la simulación de consumo hídrico con las mejoras propuestas, se necesitará datos del edificio multifamiliar para colocar en el software EDGE, tales como se desarrolla en la siguiente tabla:

Tabla 8: “Datos del edificio para la simulación en el software EDGE versión 2.1.5”

Item	Unidad	Datos
Ubicación	-	Av. Los Álamos y Av. Alipio Ponce (Parcela 2) km 13.00 de la Panamericana Sur
Ciudad	-	Lima
Año de construcción	año	2011
Superficie total	m ²	2076
Consumo anual medio del agua	m ³	5142.85
Tipo de vivienda	-	Piso/departamento
Área promedio de unidad de vivienda	m ²	88
Número de dormitorios	und	3
Unidad de vivienda	und	20
Promedio de personas por unidad de vivienda	und	4
Dormitorio	m ²	3
Cocina	m ²	10.2
Sala/comedor	m ²	23.68
Baño	m ²	6.69
Longitud de pared externa	m	39.62
Área común	m ²	15.8
Costo de agua	S/. m ³	1.6

Nota: Fuente propia

Todos los datos que se incluyeron en la tabla 8 se colocan en el software tal como se muestra en el anexo 3.

Cabe indicar que el consumo anual medio del agua se calculó según la tabla 7 en el cual se desarrolla la cantidad de metros cúbicos de agua que se consume por mes. Este dato es muy importante porque es el principal dato para obtener los resultados finales de la simulación.

Para proceder con la simulación se usan los puntos de mejora desarrollados en el punto 3.2.3 los cuales son: el cambio de accesorio para duchos con bajo flujo, cambio de accesorio para lavabos con grifos de bajo flujo, cambio de accesorios con grifos de cocina con uso eficiente de agua y sistema de tratamiento y reciclaje de aguas grises. Para un mejor funcionamiento del software y poder obtener datos precisos, se introduce los valores de los accesorios que se implementaran. Por ejemplo, en el caso del cambio de accesorio para duchas con bajo flujo, se especifica que el accesorio debe tener una descarga de 7 Lt/min. Justamente, en el Anexo 4 se puede observar la colocación de dichos datos para los cuatro puntos de mejora.

Una vez colocado todos los datos anteriormente mencionados, se obtiene el consumo hídrico con las mejoras realizadas a través de los puntos que se desarrollaron. En la siguiente figura 13 se puede observar la diferencia de consumo hídrico antes y después de la implementación.

Analizando el cuadro se puede observar que el consumo de agua disminuye 1554.37 m³, lo cual representa un ahorro de 30.22%.

Figura 13: Gráfico del consumo Hídrico Actual V.S. Consumo con la propuesta de mejora, Fuente Propia.

Debido a la importación del sistema de tratamiento y reciclaje de aguas grises para el edificio, los costos de la implementación se pueden incrementar y, de esta forma, provocar que la propuesta se vuelva poco viable en el aspecto económico. Por tal motivo en la figura 14 se muestra la mejora de consumo de agua utilizando solo las propuestas de cambios de accesorios para duchas con bajo flujo, cambios de accesorios para lavabos con grifos de bajo flujo y cambios de accesorios con grifos de cocina con uso eficiente de agua, que representan un ahorro de agua del 13.81% en comparación con el consumo inicial.

Figura 14: Gráfico del consumo Hídrico Actual V.S. Consumo con la Implementación con cambios de accesorios, Fuente Propia.

3.3 Estudio de la Gestión de Energía

Para abordar la gestión de energía se requiere tener información global de su demanda en el edificio, por lo cual se realizó una encuesta a un representante por departamento y de esta forma tener información real sobre todos los artefactos de línea blanca y línea marrón que poseen en cada departamento. Para reunir esta información se diseñó un formulario visualizado en el Anexo 5, el cual se usó para poder contar con información verídica que permitan obtener resultados certeros. Resaltamos que el edificio tiene cinco pisos y cuatro departamentos por cada uno de ellos, además se ha considerado los artefactos que están ubicados en las áreas comunes del edificio, por ejemplo, las luces de emergencia, los interruptores, etc. Reunimos esta información y la procesamos como se muestra en la Tabla 9 que se presenta a continuación.

Tabla 9: “Aparatos eléctricos por piso y departamento”

Piso	Departamento	Línea Blanca								Línea marrón					Interruptores	Enchufes
		Refrigeradora	Microondas	Cocina eléctrica	Campana extractora	Lavadora	Secadora	Aire acondicionado	Calefactor	Televisor	Computadora	Equipo de música	Consola de videojuegos	Telefonía fija		
Piso 1	Dpto 101	1	1	1	1	1	1	1	0	4	2	1	1	2	11	22
	Dpto 102	1	1	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	11	22
	Dpto 103	1	1	0	1	1	0	0	0	2	0	1	0	1	11	22
	A. comunes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Piso 2	Dpto 201	1	1	1	1	1	0	1	0	2	2	1	0	1	11	22
	Dpto 202	1	1	0	1	1	0	1	0	2	1	2	0	2	11	22
	Dpto 204	1	1	1	1	1	1	0	1	3	2	1	1	0	11	22
	A. comunes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Piso 3	Dpto 301	1	1	1	1	1	1	1	0	3	2	1	1	0	11	22
	Dpto 302	1	1	1	1	1	0	0	0	2	2	1	1	0	11	22
	A. comunes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Piso 4	Dpto 402	1	1	0	1	1	1	1	0	2	3	1	0	0	11	22
	Dpto 403	1	1	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1	1	11	22
	A. comunes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Piso 5	Dpto 501	1	1	0	1	1	0	1	0	2	1	1	0	1	11	22
	Dpto 504	1	1	1	1	1	1	0	0	3	2	2	1	0	11	22
	A. comunes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1

Nota: Fuente propia.

3.3.1 Cálculo de Consumo Energético Inicial

Para el cálculo del consumo energético inicial se considera dos apartados: el consumo energético del bloque teniendo en cuenta las áreas comunes y dos bombas modelo A 1E-1.4M con 1.044 KW de potencia cada una, utilizadas para la distribución de agua desde la cisterna hasta el tanque elevado, y el consumo energético de los departamentos.

Por un lado, en lo que respecta al consumo energético del bloque, se recolectaron los recibos de todo el 2019 (Anexo 6) para poder promediarlos y usar la media como dato en la parte de la simulación. Dicha información se puede observar en la tabla 10, el cual indica el gasto mensual y diario energético (kW) y su respectivo costo.

Tabla 10: “Gasto y Costo promedio del consumo Eléctrico en áreas comunes del edificio”

Mes	Gasto mensual (kW)	Gasto diario (kW)	Precio mensual	Precio diario
Enero	108.10	3.49	S/ 76.20	S/ 2.46
Febrero	98.90	3.53	S/ 69.71	S/ 2.49
Marzo	109.10	3.52	S/ 76.90	S/ 2.48
Abril	92.80	3.09	S/ 65.41	S/ 2.18
Mayo	114.80	3.70	S/ 80.92	S/ 2.61
Junio	103.80	3.46	S/ 73.17	S/ 2.44
Julio	105.00	3.39	S/ 74.01	S/ 2.39
Agosto	99.70	3.22	S/ 70.28	S/ 2.27
Septiembre	104.90	3.50	S/ 73.94	S/ 2.46
Octubre	97.70	3.15	S/ 68.87	S/ 2.22
Noviembre	113.00	3.77	S/ 79.65	S/ 2.66
Diciembre	145.40	4.69	S/ 102.49	S/ 3.31
Total	1293.20	42.50	S/ 911.58	S/ 29.96
Promedio	107.77	3.54	S/ 75.97	S/ 2.50

Nota: Fuente propia.

Mediante el análisis del consumo eléctrico mensual del bloque se puede inferir que el edificio tiene un gasto mensual promedio de 107.77 kW lo que genera un costo de S/. 75.97. Generando a su vez, un gasto anual de 1293.24 kW

Por otro lado, para el análisis del consumo energético de los departamentos, se realizó una selección aleatoria de tres departamentos (con fines de un análisis minucioso) para calcular el gasto mensual promedio por departamento y su respectivo costo. Para ello se recopiló datos del consumo energético mensual; representados en los recibos de febrero, julio y diciembre; de los departamentos seleccionados. Con la información recolectada se obtiene el gasto y costo promedio del consumo eléctrico en departamentos, el cual se representa en la tabla 11.

Tabla 11: "Gasto y Costo promedio del consumo Eléctrico en departamentos"

Dpto.	Febrero		Julio		Diciembre	
	Gasto mensual (kW)	Precio mensual	Gasto mensual (kW)	Precio mensual	Gasto mensual (kW)	Precio mensual
202	115.90	S/ 81.70	107.40	S/ 75.71	111.10	S/ 78.31
402	272.00	S/ 191.73	257.40	S/ 181.44	267.00	S/ 188.21
501	130.70	S/ 92.13	136.50	S/ 96.22	192.20	S/ 135.48
Promedio	172.87	S/ 121.85	167.10	S/ 117.79	190.10	S/ 134.00

Gasto promedio (kW)	176.69
Precio mensual	S/ 124.55

Nota: Fuente propia.

Mediante el consumo mensual promedio por departamento mostrado en la tabla 11, se puede determinar que todos los departamentos del edificio presentan un gasto mensual 3 533.78 kW en todo el edificio, generando un precio mensual de S/. 2 490.97. Así mismo, teniendo en cuenta el gasto energético en las áreas comunes del edificio (tabla 10), se concluye que el consumo total energético mensual aborda aproximadamente 3 641.55 kW generando un costo de S/. 2 566.97. Por otro lado, si se toma un aspecto global se puede deducir que el gasto eléctrico anual es 43 698.60 kW y su precio asciende a S/. 30803.64.

3.3.2 Reconocimiento e Identificación de puntos de mejora para la Gestión de Energía

En el reconocimiento y recorrido realizado en el edificio de estudio se identificó varios puntos que se tomaron como alternativas para poder mejorar la gestión de energía y de esa forma reducir el consumo de energía generado actualmente. Uno de los puntos verificados son las dos bombas que abastecen de agua la cisterna al tanque elevado, estas al ser bombas eléctricas, aumentan notablemente el uso de energía acrecentando a su vez el costo mensual. Para dar solución a este punto de mejora se plantea el uso de paneles fotovoltaicos para transformar de manera directa la luz solar en electricidad y suministrar de energía a las bombas y otros aparatos eléctricos en las áreas comunes del edificio. Existen tres tipos de paneles solares: fotovoltaicos, que generan energía para las necesidades de nuestros hogares; térmicos, que se instalan en casas con recepción directa de sol; y termodinámicos, que funcionan a pesar de la variación meteorológica, es decir, aunque sea de noche, llueva o esté nublado.

Así mismo, otro punto importante para abordar es la regulación de temperatura dentro y fuera del edificio. Por ello, algunas propuestas de mejora son la utilización de pinturas reflectivas para techos y paredes del interior y exterior; bombillas ahorradoras de energía y bombas de calor geotérmica. Las pinturas reflectivas contienen microesferas de cerámica llenas de gas que se transforma en materiales aislantes cuando la pintura se seca, esto crea una barrera de calor radiante que refleja el calor alejándolo de la superficie, mientras que la pintura no reflectiva absorbe el calor. La reflexión mantiene la temperatura de los cuartos más constante. (Damewood, 2017).

Las bombillas ahorradoras de energía o también llamadas lámparas fluorescentes compactas tienen un funcionamiento semejante al de los fluorescentes de tubo: la sustancia que recubre la pared interior convierte a los rayos ultravioleta en radiación de luz visible y el argón y el mercurio que llenan el tubo ayudan al proceso de encendido de la lámpara; la diferencia es que usan entre un 50 y un 80% menos de energía y producen la misma cantidad de luz; aparte de su bajo consumo también duran más, con lo que su precio también es algo superior. (Villonga, 2016).

Las bombas de calor geotérmica aprovechan la temperatura estable del terreno para proporcionar calefacción en invierno, refrigeración en verano y agua caliente durante todo el año con los máximos niveles de eficiencia. No requiere de grandes espacios para su instalación y los captadores subterráneos pueden ser instalados de manera vertical u horizontal, dependiendo de la superficie exterior disponible, para los captadores verticales se instala a unos 45 o 60 m de la superficie y los captadores horizontales requieren 1.2 a 1.5 m de profundidad. Resultan ideales para climatizar viviendas unifamiliares o multifamiliares, incluso con piscina climatizada, ya construidas o en construcción, invernaderos, naves industriales, hoteles, edificios de pisos, etc.

Así mismo, se planteó usar energía eólica como fuente para generar y usar tal energía en el edificio. Sin embargo, se recaudó información acerca de los beneficios y costos que implica el uso de generadores eólicos; para esto se tuvo en cuenta el desarrollo de un paper que se basa en una miniplanta de generación eólica que se aplica en Trujillo, Perú.

En dicho caso, el generador que se ensambló tiene las siguientes características (Tabla 12), “la turbina es de un peso de 225 kg y está formado por tres componentes: rotores, góndola y torre.

La góndola se sienta encima de la torre y alberga el generador, caja de cambios, eje motor y el sistema de orientación. El rotor está atornillado a la góndola y se compone de tres cuchillas, el cubo y el cono de la nariz. Cada cuchilla es de 1,58 m de largo, pesa 4,2 kg y está hecho de fibra de vidrio y material de resina. La torre es 100% fierro galvanizado. La torre de la turbina eólica está conectada a una caja transformadora de 1,8 kW.” (Linares y Siche, 2016, p.47).

Tabla 12: "Características de la miniplanta eólica, aerogenerador instalado en edificio multifamiliar"

Características	Valor
Tipo de Turbina	Tripala 1,8 kW
Diámetro de aspas	3,25 m
Altura del cubo (sobre el suelo)	16 m
Velocidad de viento promedio (a 16 m)	5,66 m/s
Densidad de energía promedio	113,78 W/m ²
Velocidad de trabajo de turbina	3 a 20 m/s
Tiempo de trabajo	4745 h/año
Terreno ocupado	16 m ²
Tiempo de operación	25 años
Producción de electricidad	2163,72 kW/h/año
Factor de Capacidad	29%

Nota: Scientia Agropecuaria ,2016

Teniendo las características del generador eólico, se determinaron también sus costos directos e indirectos de la instalación y funcionamiento para poder tener información de la inversión total de la implementación, el cual asciende a 7615 USD (25670.17 nuevos soles). Con la implementación del generador eólico se controló la producción de energía, presentado una varianza a lo largo de los años debido a la disminución de su rendimiento y otros factores. En la tabla 13 se presenta los kW producidos a lo largo de los años, su costo unitario de producción debido a la inversión realizada al inicio y los ingresos generados (se consideró el costo unitario de la actual prestadora de servicios). Cabe indicar que para estimar el tiempo de retorno de la inversión se determinó que sea 25 años.

Tabla 13: "Producción de energía eléctrica estimada para los 25 años del proyecto, aerogenerador instalado en edificio multifamiliar ¿rentable o no? ¿sostenible o no?"

Periodo	Año	kW-h/año producido	Costo Unitario dólares/kW-h	Ingresos dólares/año
1	2012	2163.72	0.146	315.28
2	2013	2077.17	0.149	308.61
3	2014	1994.08	0.151	301.96
4	2015	1914.32	0.154	295.35
5	2016	2163.72	0.157	340.01
6	2017	2077.17	0.160	332.35
7	2018	1994.08	0.163	324.75
8	2019	1914.32	0.169	322.7
9	2020	1837.74	0.171	315.04
10	2021	2163.72	0.174	377.11
11	2022	2077.17	0.177	367.96
12	2023	1994.08	0.180	358.93
13	2024	1914.32	0.186	355.52
14	2025	1837.74	0.189	346.55
15	2026	2163.72	0.191	414.2
16	2027	2077.17	0.197	409.5
17	2028	1994.08	0.200	398.82
18	2029	1914.32	0.203	388.33
19	2030	1837.74	0.209	383.3
20	2031	2163.72	0.211	457.47
21	2032	2077.17	0.217	451.04
22	2033	1994.08	0.220	438.7
23	2034	1914.32	0.226	432.09
24	2035	1837.74	0.229	420.05
25	2036	1764.23	0.234	413.33

Nota: Scientia Agropecuaria ,2016

Una vez teniendo en cuenta la proyección de producción de kW, el costo unitario y los ingresos generados se procedió a realizar el flujo de caja que sirve para analizar la rentabilidad de la implementación. En la tabla 14 se puede apreciar dicha información en el cual también se incluye distintos factores que influyen en los ingresos y egresos.

Tabla 14: "Flujo de caja del proyecto (en dólares americanos), aerogenerador instalado en edificio multifamiliar ¿rentable o no? ¿sostenible o no?"

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INGRESOS													
Ingresos por venta		315.29	308.73	302.31	296.02	341.27	334.18	327.23	320.42	313.75	376.79	368.96	361.28
Ingresos financieros		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros ingresos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de ingresos		315.29	308.73	302.31	296.02	341.27	334.18	327.23	320.42	313.75	376.79	368.96	361.28
EGRESOS													
Costo de produccion		538.57	45.00	37.16	47.9	544.37	39.43	50.22	41.03	41.85	558.4	43.53	44.41
Gastos de administracion y ventas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciacion y amortizacion		273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16
Total de egresos		811.73	318.16	310.32	321.06	817.53	312.59	323.38	314.19	315.01	831.56	316.69	317.57
UTILIDAD ANTES DE LOS IMPUESTOS		(496.45)	(9.43)	(8.01)	(25.05)	(476.26)	21.58	3.84	6.23	(1.25)	(454.76)	52.26	43.71
(+) Depreciacion y amortizacion		273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16
(-) Inversion en el proyecto	7614.570	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Valor residual		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FLUJO DE CAJA ECONOMICO	(7614.57)	(223.29)	263.73	265.15	248.12	(203.10)	294.75	277.01	279.39	271.91	(181.60)	325.42	316.88
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
INGRESOS													
Ingresos por venta	353.770	346.41	416.01	407.36	398.89	390.59	382.47	459.31	449.76	440.4	431.24	422.27	413.49
Ingresos financieros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros ingresos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de ingresos	353.77	346.41	416.01	407.36	398.89	390.59	382.47	459.31	449.76	440.4	431.24	422.27	413.49
EGRESOS													
Costo de produccion	59.580	46.2	549.98	62.35	49.03	50.01	65.29	554.89	53.07	69.85	55.21	56.32	60.3
Gastos de administracion y ventas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciacion y amortizacion	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16
Total de egresos	332.74	319.36	823.14	335.51	322.19	323.17	338.45	828.05	326.23	343.01	328.37	329.48	333.46
UTILIDAD ANTES DE LOS IMPUESTOS	21.030	27.05	(407.13)	71.85	76.70	67.42	44.01	(368.46)	123.53	97.39	102.87	92.79	80.03
(+) Depreciacion y amortizacion	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16	273.16
(-) Inversion en el proyecto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+) Valor residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	904.4
FLUJO DE CAJA ECONOMICO	294.190	300.21	(133.97)	345.01	349.89	340.86	317.17	(95.57)	396.69	370.56	376.03	365.95	1257.59

Nota: Scientia Agropecuaria ,2016

El costo que demanda presenta “un VAN de -2971,05 USD y TIR de -0,99% lo que indica que el proyecto no es rentable” (Linares y Siche, 2016, p.55-56). Ante estos resultados, se infiere que la energía eólica otorga un gran beneficio social; sin embargo, no es rentable debido a su alto costo de inversión. En el caso de plantas de energía eólica de mayor envergadura si son rentables debido a que la variación de su costo de ensamblaje es menor al beneficio de producción de energía. En la realización de la tesis se planteaba la implementación de generadores eólicos en el techo del edificio, pero debido a que es un proyecto a pequeña escala, esta propuesta no es rentable. Por lo que se decidió no incluirla dentro del plan de mejora a implementar en el edificio.

Por otra parte, es importante mencionar y cumplir con la reglamentación propuesta por el ministerio de energía y minas (MINEM) que hace referencia a adquirir y usar electrodomésticos que tengan la etiqueta de eficiencia energética ya que esta permite conocer de manera simple el consumo de energía de los artefactos, como se aprecia en la figura 15. Actualmente, los equipos que se encuentran en el mercado con dichas etiquetas son los focos, refrigeradoras, lavadoras, secadoras de ropa, termas, aire acondicionado y balastos para fluorescentes. Para poder tener información sobre el consumo, se tiene que revisar la calificación que se otorga, el cual “se compone de siete letras correlativas que va de la A a la G. La categoría A, B y C significa ahorro y son los que consumen menos energía, mientras los que llevan las letras D y E presentan un consumo medio y, los que tienen F y G, tienden un alto consumo de energía” (Ministerio de Energía y Minas, 2019). Este etiquetado exhorta un ahorro energético que posteriormente se traduce en un recibo a pagar de menos costo y un mejor cuidado del ambiente.

Figura 15: Etiqueta de eficiencia energética. Ministerio de Energía y minas (MINEM), 2019

Los puntos seleccionados y mencionados antes se desarrollan detalladamente en el acápite siguiente.

3.3.3 Propuesta de plan de mejora según recomendaciones EDGE

Propuesta 1: Paneles Fotovoltaicos

Según EDGE los paneles fotovoltaicos se consideran una medida de eficiencia energética cuando se instalan en el edificio o el predio y la energía generada por los paneles se destina al funcionamiento del edificio, dado que una proporción específica de electricidad se reemplaza con energía renovable.

Para poder afirmar que se está aplicando esta medida se debe indicar la proporción de la demanda de electricidad que pretende compensar con la instalación de los paneles fotovoltaicos. Se trata del porcentaje del consumo anual de electricidad (expresado en kWh/año) que se cubre con el sistema fotovoltaico en el caso mejorado.

La producción prevista de los paneles solares se mide en kWp y está basada en la potencia pico teórica de los paneles en condiciones de ensayo. La potencia en kWp se puede obtenerse directamente del fabricante.

Existen diversos tipos de sistemas solares fotovoltaicos y distintas soluciones tecnológicas que transforman la energía solar en electricidad con distintos niveles de eficiencia. Algunos sistemas que están disponibles en el mercado pueden alcanzar niveles de eficiencia de hasta un 22,5 %, mientras que otros solo ofrecen una eficiencia de apenas un 5 %. La mayoría de los paneles tiene una eficiencia de entre un 14 % y un 16 %. Por lo tanto, los equipos de diseño deben garantizar que el sistema seleccionado pueda alcanzar la máxima eficiencia posible y garantizar su productividad.

Para el caso de este proyecto se utilizará la tecnología de paneles fotovoltaicos “on grid”; figura 16. Este sistema significa estar conectado a la red eléctrica y al mismo tiempo autogenerar energía con paneles fotovoltaicos instalados en el inmueble; su beneficio directo se observa en el ahorro significativo en la cuenta eléctrica mensual. Los sistemas “on grid” o conectados a la red se encuentran configurados por cuatro elementos principales: un Sting de paneles solares fotovoltaicos -los que pueden ser instalados tanto en suelo como en techos planos e inclinados-, un inversor central o varios micro inversores (se instalan de forma independiente en cada panel), un tablero de distribución y un medidor bidireccional. La diferencia de este último con un medidor común es que mide tanto la energía consumida como la generada de forma automática.

Figura 16: Sistema de paneles fotovoltaicos “on grid”. Adaptado de Lumisolar, 2020

Al seleccionar un tipo de panel adecuado para la implementación en el edificio se considera la potencia que estos tienen. Justamente este último depende del número de células que presentan y además si son monocristalinos o policristalinos. Los paneles monocristalinos presentan un mejor rendimiento, pero tiene un mayor costo en comparación con los policristalinos que tienen menor rendimiento. Sin embargo, debido a la accesibilidad económica de las personas, los paneles más demandados son los policristalinos.

Para poder determinar la potencia pico (wp) y el número de paneles solares necesarios para la implementación en el edificio se necesita datos de radiación de la zona, el cual se presenta en la tabla 15 en el que se hace referencia a los años 2013, 2014 y 2015. Además, para poder apreciar esta información de forma gráfica, se presenta la variación de radiación que ocurre durante los 3 años en la figura 17.

Tabla 15: "Radiación mensual en Lima"

Global at user angle			
Month	2013	2014	2015
January	177.12	157.17	165.43
February	163.64	170.81	153.21
March	186.22	181.22	191.27
April	207.96	188.14	197.45
May	162.31	110.63	159.87
June	135.3	125.5	118.37
July	123	117.23	111.99
August	117.25	152.42	132.24
September	128.8	131.53	133.45
October	143.09	155.21	150.85
November	133.45	133.33	112.9
December	159.95	148.62	124.82

Nota: Adaptado de European Commission, 2020

Figura 17: Representación de la variación de radiación durante el tiempo. Adaptado de European Commission, 2020

Debido a que se tiene datos de radiación de tres años, se determina el promedio de estos y se prosigue a calcular la hora pico solar, tal como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16: “Hora solar pico en Lima”

Mes	Promedio de radiación (kWh/m2)	Hora Solar Pico (HSP)
Enero	166.57	5.37
Febrero	162.55	5.81
Marzo	186.24	6.01
Abril	197.85	6.6
Mayo	144.27	4.65
Junio	126.39	4.21
Julio	117.41	3.79
Agosto	133.97	4.32
Setiembre	131.26	4.38
Octubre	149.72	4.83
Noviembre	126.56	4.22
Diciembre	144.46	4.66

Nota: Fuente Propia

Según el cálculo realizado de consumo energético en el punto 3.3.1., las áreas comunes demandan aproximadamente 107.77 kW mensualmente, lo cual genera un consumo anual de 1293.24 kW. Por tal motivo, se calcula en la tabla 17 la producción de energía mensual de un panel solar policristalino de 270 Wp.

Tabla 17: “Producción de electricidad según el panel solar seleccionado”

Mes	Número de días	Hora Solar Pico (HSP)	Producción de energía al día (kW)	Producción de energía al mes (kW)
Enero	31	5.37	1.45	44.95
Febrero	28	5.81	1.57	43.96
Marzo	31	6.01	1.62	50.22
Abril	30	6.60	1.78	53.40
Mayo	31	4.65	1.26	39.06
Junio	30	4.21	1.14	34.20
Julio	31	3.79	1.02	31.62
Agosto	31	4.32	1.17	36.27
Setiembre	30	4.38	1.18	35.40
Octubre	31	4.83	1.30	40.30
Noviembre	30	4.22	1.14	34.20
Diciembre	31	4.66	1.26	39.06
Total		58.85	15.89	482.64

Nota: Fuente Propia

Según el cálculo anterior, el panel solar genera 482.64 kW anualmente. Sin embargo, para poder cubrir la demanda necesaria se plantea el uso de 3 paneles de este tipo, produciendo de esta forma 1447.68 kW.

La producción de energía excede a los 1293.24 kW de demanda debido a que se considera un 10% adicional de producción para garantizar el uso continuo de los aparatos de área común.

Para poder obtener el mayor beneficio de los paneles solares es necesario que estos se instalen con la orientación y el grado de inclinación más adecuado. Por un lado, teniendo en cuenta que Lima (lugar de ubicación del edificio en estudio) está en el hemisferio sur, la orientación más adecuada será colocando los módulos hacia el norte geográfico. Por otro lado, la inclinación óptima para los paneles solares depende de dos variables: la latitud de la ubicación del edificio y las épocas del año. Para poder obtener la latitud se recurre a la figura 18 en el cual se indica que Lima tiene un valor de $12^{\circ}0'S$.

Figura 18: Mapa de latitud y longitud del Perú. Adaptado de español mapsofworld, 2020

La latitud afecta a la inclinación de los paneles porque el sol tiene distintas alturas durante el año, y cuanto más se inclina un panel para que los rayos impacten perpendicularmente, se produce más electricidad.

Como se aprecia en la figura 19 el sol cambia de posición durante el año en la cual se indica aproximadamente que el 21 de junio alcanza su punto más alto, y aproximadamente el 21 de diciembre logra su punto más bajo.

Figura 19: Trayectoria del Sol en el cielo. Adaptado de mpptsolar, 2020

Teniendo en cuenta que la latitud en la que se encuentra el proyecto es $12^{\circ}0'S$, se calcula la altura máxima y mínima del sol:

$$\text{Altura máxima} = 90 - (12 - 23) = 101^{\circ}$$

$$\text{Inclinación optima} = 90 - 101 = -11^{\circ}$$

$$\text{Altura mínima} = 90 - (12 + 23) = 55^{\circ}$$

$$\text{Inclinación optima} = 90 - 55 = 35^{\circ}$$

Para obtener el máximo rendimiento energético se debe variar la inclinación de los paneles solares instalados, en invierno la inclinación debería estar entre -11° y 12° tomando como promedio 0.5° , mientras que en verano la inclinación debería estar entre 12° y 35° tomando como promedio 23.5° . Sin embargo, si no existe la posibilidad de ir variando las inclinaciones de los paneles durante el año, lo recomendable es que se instale con el mismo ángulo de la latitud, en este caso 12° .

Propuesta 2: Pinturas Reflectivas

Según las recomendaciones EDGE el efecto que la reflectividad solar de las paredes tiene en el consumo de energía de un edificio depende de los niveles de aislamiento y del enfoque utilizado para refrigerar el edificio, así como de la eficiencia del sistema de refrigeración.

La reflectividad solar del acabado de pared tiene un efecto menor en la ganancia de calor interna a medida que aumenta el nivel de aislamiento. Es posible que los edificios que estén muy bien aislados no obtengan un gran beneficio de los acabados de pared con alta reflectividad solar. Los valores de reflectividad solar elevados no tendrán ningún efecto sobre el consumo de energía en los edificios refrigerados de forma pasiva, pero posiblemente afecten la valoración de EDGE debido al confort de los ocupantes. Cuanto mayor sea la eficiencia del sistema de refrigeración, menor será el efecto de la reflectividad solar en la disminución del consumo de energía. Una superficie altamente reflectante puede generar resplandor, lo cual debe ser tenido en cuenta por el equipo de diseño.

Las pinturas reflectivas al calor tienen base de acrílico y están disponibles en las variedades de fijador y sellador. Los dos tipos de fijadores para uso interior son el fijador blanco y el tipo de aluminio cerámico gris que añade aislante extra al techo. Para obtener mejores resultados, usa un fijador cubierto con sellador. Si solamente usas una pintura tipo sellador, aplica dos capas. Puedes aplicar ambos tipos sobre la pintura vieja o sobre pared recientemente construida o techos en drywall (de junta invisible) o sheetrock (marca de techos prefabricados en paneles de yeso).

En el mercado mundial se ha encontrado varios tipos de recubrimiento, siendo los más distribuidos en otros países como en España, Italia, etc.; siendo en Sudamérica, Argentina uno de los países que distribuye una pintura de alta durabilidad formulado a base de polímeros acrílicos y componentes reflectivos para la aplicación en techos y destinado a proteger térmicamente de la radiación solar y de los rayos UV (ultravioleta). Su aplicación en techos reduce la temperatura interior hasta un 20%, mejorando el grado de confort y ahorrando hasta un 40% en gastos de energía para acondicionar esos ambientes. En la figura 20 se puede apreciar la pintura reflectiva seleccionada para esta investigación.

Figura 20: Pintura reflectiva Texxor Therm. Adaptado de Texxor, 2020

Propuesta 3: Bombillas ahorradoras de Energía

En el mercado actual existen diferentes opciones para poder brindar iluminación a los departamentos. Dentro de estas opciones las más demandadas son las bombillas CFL (lámparas fluorescentes compactas), LED y las incandescentes. La decisión de adquirir algunas de estas se condiciona principalmente al costo que presentan; sin embargo, también se tiene que tener en cuenta la energía que consumen y su vida útil, ya que estas impactan directamente en la economía de los usuarios. Cabe indicar que la demanda de las bombillas incandescentes hace años era alta debido al bajo costo que estas presentaban. Sin embargo, con el pasar de los años las bombillas CFL y LED se volvieron más accesibles con respecto a su costo.

Por un lado, las bombillas CFL conducen una corriente eléctrica por medio de un tubo que contienen sustancias (argón y vapor de mercurio) que ayudan al proceso de crear luz ultravioleta que posteriormente se transforma en luz visible. En este caso, un punto importante a mencionar es que estas bombillas demandan aproximadamente 70% menos de energía en comparación con las bombillas incandescentes. Sin embargo, estas tardan unos minutos en calentar y llegar a su brillo completo. Además, al tener mercurio (metal pesado tóxico) en su interior, se tiene que ser muy cuidadoso al momento de desechar una bombilla debido a algún accidente que pudo presentar.

Por otro lado, las bombillas LED funcionan por medio de la unión de las corrientes con carga positiva y negativa para poder crear energía liberada en forma de luz. Según Lighting Research Center, este tipo de bombillas pueden durar entre 20 000 y 50 000 horas, que se traduce en seis o más veces que otra bombilla en el mercado.

A diferencia de las bombillas CFL, las LED iluminan inmediatamente. Es decir, no se tiene que esperar para que llegue a su iluminación óptima. Sin embargo, la principal barrera para acceder a este tipo de bombillas e implementar en el hogar ha sido su costo de adquisición. La comparación de este punto y otros que son relevantes para la adquisición de una bombilla se presenta en la tabla 18

Tabla 18: "Comparación de costos según alternativa"

Incandescente	CFL	LED
Costo aproximado por bulbo	\$ 1 US	\$ 2 US
Promedio de vida	1,200 horas	8,000 horas
Watts utilizados	60W	14W
No. de bombillas necesarias para 25,000 horas de uso	21	3
Precio total de compra de bombillas durante 23 años	\$ 21 US	\$ 6 US
Costo total de la electricidad utilizada (25,000 horas a \$ 0.12 por kWh)	\$ 180	\$ 42
Costo operativo total durante 23 años	\$ 201	\$ 48

Nota: Electricaplicada ,2020

Teniendo en cuenta la imagen se puede llegar a deducir que en cuanto al costo de adquisición y el costo de la energía que demandan para su funcionamiento se puede determinar que las bombillas LED son rentables.

Otro punto para tener en cuenta en la comparación es el consumo de Watts para alcanzar un brillo establecido. Es decir, el espacio que se puede iluminar con una misma demanda de energía. Para esto se presenta la tabla 19 en el cual se puede apreciar que las bombillas LED tienen un mejor desempeño debido a que consumen menor cantidad de Watts para iluminar un espacio a comparación de las bombillas CFL.

Tabla 19: "Comparación de luminancia y consumo de energía (Watts)"

Lúmenes (Brillo)	LED Watts (Viribright)	CFL Watts	Vatios incandescentes
400 – 500	6 – 7W	8 – 12W	40W
650 – 850	7 – 10W	13 – 18W	60W
1000 – 1400	12 – 13W	18 – 22W	75W
1450-1700 +	14 – 20W	23 – 30W	100W
2700+	25 – 28W	30 – 55W	150W

Nota: Electricaplicada ,2020

Con el análisis realizado, se determina que en el edificio multifamiliar en estudio se tiene que implementar las bombillas LED por las ventajas que estas presentan frente a las otras alternativas que existen en el mercado.

3.3.4 Cálculo de nuevo consumo energético con las mejoras implementadas mediante simulación con el software EDGE

Para realizar la simulación de consumo energético con las mejoras propuestas, se necesitará datos del edificio multifamiliar para colocar en el software EDGE, tales como se desarrolla en la tabla 20:

Tabla 20: "Datos del edificio para la simulación en el software EDGE versión 2.1.5"

Item	Unidad	Datos
Ubicación	-	Av. Los Álamos y Av. Alipio Ponce (parcela 2) km 13.00 de la Panamericana Sur
Ciudad	-	Lima
Año de construcción	año	2011
Superficie total	m ²	2076
Consumo anual media de electricidad	kW	43698.57
Tipo de vivienda	-	Piso/departamento
Área promedio por unidad de vivienda	m ²	88
Número de dormitorios	und	3
Unidades de vivienda	und	20
Promedio de personas por unidad de vivienda	und	4
Dormitorio	m ²	38.44
Cocina	m ²	10.2
Sala/comedor	m ²	23.68
Baño	m ²	7
Longitud de pared externa	m	39.62
Área común	m ²	15.8
Precio de electricidad	s/.	0.7

Nota: Fuente Propia.

Todos los datos que se incluyeron en la tabla 20 se colocan en el software tal como se muestra en el Anexo 7.

Cabe indicar que el consumo anual medio de energía se calculó según la tabla 10 y 11 en el cual se desarrolla la cantidad de kilowatts de energía que se consume por mes. Este dato es muy importante porque es el principal dato para obtener los resultados finales de la simulación.

Para proceder con la simulación se usan los puntos de mejora desarrollados en el punto 3.3.3 los cuales son: paneles fotovoltaicos, pinturas reflectivas y bombillas ahorradoras de energía. Para un mejor funcionamiento del software y poder obtener datos precisos, se introduce los valores de los accesorios que se implementaran. Por ejemplo, en el caso del cambio de las pinturas reflectivas para paredes externas se especifica que la pintura debe tener una reflectividad solar de 0.7 y los paneles fotovoltaicos alcanzar el 25% del consumo anual de electricidad. En el Anexo 8 se puede visualizar la colocación de estos datos para los 3 puntos de mejora.

Una vez colocado todos los datos anteriormente mencionados, se obtiene el consumo energético con las mejoras realizadas a través de los puntos que se desarrollaron. En la figura 21 se puede observar la diferencia de consumo energético antes y después de la implementación.

*Figura 21: Grafico del consumo energético actual V.S. consumo energético con la propuesta de mejora.
Fuente propia*

Analizando la figura 21, se puede deducir que el consumo de energía disminuye 10 465.81 kW, lo cual representa un ahorro de 23.95%.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA PROPUESTA

4.1 Estimación de costo de inversión de la propuesta de mejora

4.1.1 Costo de inversión para la gestión del agua

Para el cálculo de inversión para la gestión del agua se indago en el mercado peruano y extranjero los diferentes modelos de accesorios de bajo flujo y tratamiento de aguas grises obteniendo:

- Ducha de bajo flujo: Se cotizó con el proveedor el modelo 172D1D00 Vainsa ajustando a las necesidades de la ducha ya existente.
- Lavados para baño: Se cotizó con el proveedor el modelo 133L4B00 Vainsa ajustando a las necesidades del lavado ya existente.
- Grifos de cocina: Se cotizó con el proveedor el modelo MO1.A4L00 Vainsa ajustando a las necesidades de las instalaciones existentes ya existente
- Sistema de tratamiento y aguas grises: Para el sistema de tratamientos de aguas grises se cotizo con un proveedor proveniente de España el modelo “Aqus” obteniendo el precio de accesorios y envío hacia Perú. Por otro lado, el modelo peruano “Uqiyaku” implementado en un futuro tendría un consto de mercado de S/. 295.00

En la tabla 21 se muestra el costo de inversión por departamento obtenido por cada propuesta de mejora incluyendo algunos accesorios extras necesarios para las instalaciones para el cambio de accesorios.

Tabla 21: “Costo de Inversión por departamento según propuesta para la gestión del agua”

Propuesta	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Cambio de accesorios para ducha de bajo flujo				
Ducha de bajo flujo Modelo: 172D1D00	und	40	S/ 199.00	S/ 7,960.00
Herramientas y materiales para la instalación	%	3	S/ 238.80	S/ 238.80
				S/ 8,198.80
Cambio de accesorios para lavados con grifos de bajo flujo				
Grifo de bajo flujo Modelo: 133L4B00	und	40	S/ 470.00	S/ 18,800.00
Herramientas y materiales para la instalación	%	3	S/ 564.00	S/ 564.00
				S/ 19,364.00
Cambio de accesorios con grifos de cocina con uso eficiente de agua				
Grifo de cocina Modelo: MO1.A4L00	und	20	S/ 149.00	S/ 2,980.00
Herramientas y materiales para la instalación	und	3	S/ 89.40	S/ 89.40
				S/ 3,069.40
Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas grises				
Reciclaje de aguas grises Modelo "Aqus"	und	40	S/ 2,902.77	S/ 116,110.80
Reciclaje de aguas grises Modelo "Uqiyaku"	und	40	S/ 295.00	S/ 11,800.00

Nota: Fuente Propia

En la tabla 22 se presenta un resumen del costo total de implementación para el edificio dependiendo de las propuestas que se elija:

Tabla 22: “Costo total de inversión del edificio para la gestión del agua”

Propuestas	Costo Total
Propuesta 1 + Propuesta 2 + Propuesta 3	S/ 30,632.20
Propuesta 1 + Propuesta 2 + Propuesta 3 + Propuesta 4 (Aqus)	S/ 146,743.00
Propuesta 1 + Propuesta 2 + Propuesta 3 + Propuesta 4 (Uqiyaku)	S/ 42,432.20

Nota: Fuente Propia

4.1.2 Costo de inversión para la gestión de energía

Para el cálculo de inversión en lo que respecta a la gestión de energía se investigó y analizó las distintas propuestas existentes en el mercado peruano y extranjero de paneles fotovoltaicos, pinturas reflectivas y bombillas ahorradoras obteniendo:

- Paneles Fotovoltáicos: Según la descripción realizada acerca del uso de paneles solares desarrollado en el punto 3.3.3. se considera que se necesita 3 paneles fotovoltaicos policristalinos de 270wp. En este caso, se considera adquirirlas en la marca AE Solar Powerplus debido a que presenta mejores características y garantía en comparación con otras opciones.
- Pinturas reflectivas: El mercado de las pinturas reflectivas es relativamente corto, por ejemplo, en el Perú no existen empresas que puedan ofrecerlas. Por tal motivo, se opta por la pintura de marca Texxor Therm que son producidas y distribuidas por la empresa Texxor con sede en Buenos Aires (Argentina).

Para poder obtener el presupuesto de aplicación se calculó los metros cuadrados de superficie a cubrir (paredes externas) el cual se presenta en el Anexo 9. Cabe destacar que aparte de la compra de los baldes de pintura se debe tener en cuenta la mano de obra para la aplicación de la pintura reflectiva, por tal motivo se realizó el análisis de precio unitario (APU) que se presenta en la tabla 23.

Tabla 23: “Análisis de precio unitario de la aplicación de pintura reflectiva”

Partida	Aplicación de pintura en muros exteriores			9.96	
Rendimiento	35 m2/día	Jornal	8h		
Descripción de recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra					
Operario	hh	1	0.23	19.23	4.40
Peón	hh	1	0.23	14.33	3.28
Materiales					
Lija	und		0.1	1.5	0.15
Equipos					
Herramientas manuales	%mo		5	7.67	0.38
Andamio de metal - alquiler	est		0.32	5.5	1.76

Nota: Fuente Propia

- Bombillas ahorradoras: Para la implementación de bombillas LED se tiene en cuenta 3 tipos de bombillas las que se detallan a continuación:
  - Se plantea el uso de Bulbo LED de 10W para cubrir áreas como los baños y lavandería. Su equivalencia luminosa a una bombilla tradicional es de 80W. Además, tiene 15000 horas de duración como garantía.
  - Se estima el uso de Bulbo LED de 15W para cubrir áreas como los dormitorios, el comedor y la cocina. Su equivalencia luminosa a una bombilla tradicional es de 120W. Además, tiene 15000 horas de duración como garantía.
  - Se considera el uso de Bulbo LED de 45W debido a que tiene que cubrir áreas comunes como son las escaleras y el pasadizo común. Presenta como característica 4300 lúmenes con material de policarbonato. Además, tiene 20000 horas de duración como garantía.

El costo de las 3 propuestas desarrolladas para una mejor gestión de energía se detalla a continuación en la tabla 24, de la cual se puede concluir que el costo de toda la implementación es de 17 456.62 nuevos soles.

Tabla 24: “Costo de inversión según propuesta para la gestión de energía”

Propuesta	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Propuesta de implementación de paneles solares				
Panel solar 270wp Policristalino AE Solar Powerplus	und	3	S/ 500.25	S/ 1,500.75
Inversor	und	1	S/ 659.00	S/ 659.00
Contador bidireccional	und	1	S/ 499.00	S/ 499.00
Pinturas reflectivas				
Pintura reflectiva Texxor Term (envase de 14l)	und	86	S/ 48.79	S/ 4,195.94
Importación (Argentina - Perú)	glb	1	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
Aplicación de pintura	m²	619.32	S/ 9.96	S/ 6,168.43
Propuesta de bombillas ahorradoras de energía (LED)				
Foco LED high Power 45W Lightech	und	5	S/ 49.90	S/ 249.50
Bulbo LED E27 15W Orange	und	100	S/ 22.90	S/ 2,290.00
Bulbo LED E27 10W Orange	und	60	S/ 14.90	S/ 894.00
Costo total				S/ 17,456.62

Nota: Fuente Propia

4.2 Estimación del tiempo de retorno de la inversión

Calcular el plazo de recuperación de la inversión es imprescindible para estimar la viabilidad de un proyecto. Por tanto, el cálculo del tiempo de retorno o plazo de recuperación de la inversión permitirá reducir la situación de incertidumbre que siempre se genera. El grado de incertidumbre para implementar las propuestas de mejora será mayor cuanto mayor sea el plazo de recuperación de la inversión inicial. Por el contrario, cuanto menor sea plazo, se genera mayor liquidez y se reduce el riesgo financiero de una empresa.

El tiempo de retorno o plazo de recuperación de la inversión es un criterio que nos permite evaluar el tiempo que tardarían los propietarios del edificio multifamiliar en recobrar la inversión inicial para las diferentes propuestas de mejora en la gestión de agua y energía.

Según el análisis de costo de inversión de agua y energía que se hizo en el ítem 4.1, se tiene 3 diferentes escenarios debido a las opciones que se plantea tomar, estos escenarios provocan una variación de la inversión inicial de la siguiente forma:

- Primer escenario: Abarca solo cambio de accesorios para la gestión de agua y las tres propuestas de mejora para la gestión de energía.

$$\text{Inversión inicial} = 30\,632.20 + 17\,456.62 = \text{S/. } 48\,088.82$$

- Segundo escenario: Abarca cambio de accesorios y sistema de tratamiento de aguas grises modelo “Aqus” para la gestión de agua y las tres propuestas de mejora para la gestión de energía

$$\text{Inversión inicial} = 146\,743.00 + 17\,456.62 = \text{S/. } 164\,199.62$$

- Tercer escenario: Abarca cambio de accesorios y sistema de tratamiento de aguas grises modelo “Uqiyaku” para la gestión de agua y las tres propuestas de mejora para la gestión de energía

$$\text{Inversión inicial} = 42\,432.20 + 17\,456.62 = \text{S/. } 59\,888.82$$

Tomando en cuenta los 3 escenarios mencionados anteriormente, se procede a realizar el flujo de caja de cada uno (Tabla 25, 26, 27) para poder presentar a detalle los ingresos y egresos que genera la inversión, y posteriormente poder determinar el tiempo de retorno de inversión. Cabe indicar que en cada flujo de caja desarrollado se muestran los años necesarios para amortizar completamente la inversión inicial realizada.

Tabla 25: “Flujo de caja del primer escenario del proyecto ”

		Año					
	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos							
Ingresos por ventas		S/ 8,425.60	S/ 8,425.60	S/ 8,425.60	S/ 8,425.60	S/ 8,425.60	S/ 8,425.60
Total de ingresos		S/ 8,425.60	S/ 8,425.60	S/ 8,425.60	S/ 8,425.60	S/ 8,425.60	S/ 8,425.60
Egresos							
Costos de producción							
Depreciación y mantenimiento		S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52
Total de egresos		S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52
Amortización		S/ 8,385.08	S/ 8,385.08	S/ 8,385.08	S/ 8,385.08	S/ 8,385.08	S/ 8,385.08
Inversión en el proyecto	-S/ 48,088.82						
Flujo de caja del proyecto		-S/ 39,703.74	-S/ 31,318.66	-S/ 22,933.58	-S/ 14,548.50	-S/ 6,163.42	S/ 2,221.66

Nota: Fuente Propia

Tabla 26: “Flujo de caja del segundo escenario del proyecto”

Año													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8				
Ingresos													
Ingresos por ventas	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16				
Total de ingresos	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16				
Egresos													
Costos de producción													
Depreciación y mantenimiento	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52				
Total de egresos	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52				
Amortización	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64				
Inversión en el proyecto	-S/164,199.62												
Flujo de caja del proyecto	-S/154,506.98	-S/144,814.34	-S/135,121.70	-S/125,429.06	-S/ 115,736.42	-S/106,043.78	-S/96,351.14	-S/ 86,658.50					

Año													
	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
Ingresos													
Ingresos por ventas	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16				
Total de ingresos	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16				
Egresos													
Costos de producción													
Depreciación y mantenimiento	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52				
Total de egresos	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52	S/ 40.52				
Amortización	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64	S/ 9,692.64				
Inversión en el proyecto													
Flujo de caja del proyecto	-S/ 76,965.86	-S/ 67,273.22	-S/ 57,580.58	-S/ 47,887.94	-S/ 38,195.30	-S/ 28,502.66	-S/ 18,810.02	-S/ 9,117.38	S/ 575.26				

Nota: Fuente Propia

Tabla 27: “Flujo de caja del tercer escenario del proyecto”

Año													
		0	1	2	3	4	5	6	7				
Ingresos													
Ingresos por ventas		S/	9,733.16	S/	9,733.16	S/	9,733.16	S/	9,733.16	S/	9,733.16	S/	9,733.16
Total de ingresos		S/	9,733.16	S/	9,733.16	S/	9,733.16	S/	9,733.16	S/	9,733.16	S/	9,733.16
Egresos													
Costos de producción													
Depreciación y mantenimiento		S/	40.52	S/	40.52	S/	40.52	S/	40.52	S/	40.52	S/	40.52
Total de egresos		S/	40.52	S/	40.52	S/	40.52	S/	40.52	S/	40.52	S/	40.52
Amortización		S/	9,692.64	S/	9,692.64	S/	9,692.64	S/	9,692.64	S/	9,692.64	S/	9,692.64
Inversión en el proyecto		-S/	59,888.82										
Flujo de caja del proyecto		-S/	50,196.18	-S/	40,503.54	-S/	30,810.90	-S/	21,118.26	-S/	11,425.62	-S/	1,732.98
												S/	7,959.66

Nota: Fuente Propia

Con los flujos de caja ya realizados, se puede calcular el tiempo de retorno de inversión que se presenta en la tabla 28. En dicha tabla se puede analizar los tres escenarios de forma sintetizada, observando de forma resumida el ahorro de agua (m³) y energía (kW) producido por las mejoras, y también el costo de la inversión inicial. Además, en la tabla 29 se muestra el mismo tiempo de retorno, pero de forma detallada, especificando los meses y días.

Tabla 28: “Tiempo de retorno de inversión para cada escenario”

	Ahorro de agua (m3)	Ahorro de agua	Ahorro de energía (kW)	Ahorro de energía	Inversión inicial	Flujo de caja	Tiempo de retorno de inversión (años)
Escenario 1	710.02	S/ 1,099.54	10465.81	S/ 7,326.07	S/ 48,088.82	S/ 8,425.60	5.71
Escenario 2	1554.37	S/ 2,407.10	10465.81	S/ 7,326.07	S/ 164,199.62	S/ 9,733.16	16.87
Escenario 3	1554.37	S/ 2,407.10	10465.81	S/ 7,326.07	S/ 59,888.82	S/ 9,733.16	6.15

Nota: Fuente Propia,

Tabla 29: “Tiempo de retorno en años, meses y días”

	Tiempo de retorno de inversión (años)	Año	Mes	Día
Escenario 1	5.71	5	8	16
Escenario 2	16.87	16	10	13
Escenario 3	6.15	6	2	24

Nota: Fuente Propia

Como se observa en la tabla 28, el escenario 1 es el más económico pero el tiempo de retorno económico es lento, los propietarios tardarían 5 años, 8 meses y 16 días para recuperar la inversión inicial. Sin embargo, para poder tener una evaluación económica adecuada a la inversión que implica la implementación de todos los puntos de mejora, se procede a calcular los valores del VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno) para los tres escenarios que se planteó inicialmente.

Tabla 30: “Análisis de VAN y TIR de los escenarios planteados”

Escenario	1	2	3
Inversión inicial	-S/ 48,088.82	-S/ 164,199.62	-S/ 59,888.82
Ingresos	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
	S/ 8,425.60	S/ 9,733.16	S/ 9,733.16
VAN	S/ 9,296.83	-S/ 97,908.36	S/ 6,402.44
TIR	16%	-1%	14%

Nota: Fuente Propia

4.3 Cálculo del ahorro posterior a la inversión

Para el cálculo posterior a la inversión se tomó como año base el tiempo de retorno calculado en el ítem 4.2 para cada escenario y a partir de esos años se calculó el ahorro por unidad de vivienda para la gestión de agua y energía.

La tabla 31 muestra que para el escenario 1 se tiene un ahorro mensual total de S/. 35.11, mientras que los escenarios 2 y 3 presentan un ahorro mensual de S/. 40.55 cada uno. Así mismo, se puede identificar que el ahorro de energía es el más representativo debido a su considerable consumo en todo el edificio.

Tabla 31: “Cálculo del ahorro económico posterior a la inversión”

	Ahorro anual de pago de agua	Ahorro de energía	N° Viviendas	Ahorro mensual del pago de agua	Ahorro mensual del pago de energía	Ahorro de pago total
Escenario 1	S/ 1,099.54	S/ 7,326.07	20	S/ 4.58	S/ 30.53	S/ 35.11
Escenario 2	S/ 2,407.10	S/ 7,326.07	20	S/ 10.03	S/ 30.53	S/ 40.55
Escenario 3	S/ 2,407.10	S/ 7,326.07	20	S/ 10.03	S/ 30.53	S/ 40.55

Nota: Fuente Propia

4.4 Beneficio Ambiental

4.4.1 Cálculo de CO₂ generado por el edificio en condiciones actuales

El cálculo de CO₂ está representado por la huella de carbono. Este último, según MAPAMA, se define como “la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo” (2014, pág. 10). Es decir, es la medición de kilogramos de dióxido de carbono (CO₂) que son liberados a la atmosfera como resultados de actividades cotidianas. Dentro de las principales actividades que generan huella de carbono está el consumo energía eléctrica. Este es representado por la cantidad de energía eléctrica expresada en kW que consume una familia, un comercio, etc.

En lo que respecta al agua, se tiene que considerar que existen diferentes fases (figura 22) durante su ciclo urbano para su utilización y su posterior tratamiento. Para que cada fase se pueda desarrollar de manera correcta y óptima, es imprescindible el uso de energía; lo cual conlleva que se genere CO₂. Es decir, por cada m³ que gastan los individuos, se genera una cierta cantidad de CO₂ que depende del factor de emisión correspondiente a su consumo, este factor varía en función de la tecnología que se utiliza durante las fases de su ciclo de vida; es decir, depende de los costes energéticos generados asociados al tratamiento de depuración y de potabilización de la empresa suministradora.

En este caso, debido a que el edificio se ubica en Lima, SEDAPAL es el que se encarga de gestionar su abastecimiento de agua potable. Para este caso, debido a que se consideró el estudio realizado por la Universidad De Córdoba, se utiliza la consulta realizada a la Empresa Municipal de Aguas de Córdoba (EMACSA) en la cual se muestra el consumo energético de cada m³ de agua depurado y potabilizado, tabla 32.

Figura 22: Fases del ciclo urbano del agua. Agua ecosocial, 2018.

Tabla 32: "Cálculo del factor de emisión para el agua según costes energéticos de su tratamiento"

Costes energéticos asociados a los tratamientos de agua (kWh/m ³)		Factor emisión asociado (kg CO ₂) ²
Potabilización	0,031	0,01116
Depuración	0,306	0,11016
Total		0,12132

Nota: La huella de carbono de la UCO, 2013

Una vez ya conocido el valor del factor de emisión para el agua se procede a calcular su generación de CO₂ en condiciones actuales:

$$\text{Huella de carbono (anual)} = 5\,142.85 \text{ m}^3 \times 0.12 \text{ kg de CO}_2 / \text{m}^3$$

$$\text{Huella de carbono (anual)} = 622.29 \text{ kg CO}_2$$

$$\text{Huella de carbono (anual)} = 0.62 \text{ tn CO}_2$$

Por otro lado, en este estudio, para poder calcular las emisiones de CO₂ producidos por el consumo energético del edificio, se usa la siguiente formula:

$$\text{Emisiones (kg CO}_2\text{)} = \text{consumo de energía (un)} \times \text{factor de emisión (kg CO}_2\text{/un)}$$

Figura 23: Fórmula para el cálculo de emisión de CO₂. La huella de carbono y la eficiencia energética. MINEM.

Para hacer uso de la fórmula de la figura 23 se necesita el valor de factor de emisión que expresa la cantidad de CO₂ emitido por cada unidad del combustible. Estos factores se presentan en la tabla 33.

Tabla 33: “Factores de emisión de kg CO₂”

Factores de emisión de kgCO ₂		
Ítem	Factor	Unidades
Energía eléctrica	0.615	kgCO ₂ /kWh
GLP	2.75	kgCO ₂ /kilogramo
Diésel	9.7	kgCO ₂ /galón
Gasolina	7.9	kgCO ₂ /galón
Leña	1.7	kgCO ₂ /kilogramo

Nota: Adaptado de “La huella de carbono y la eficiencia energética”, por MINEM.

A continuación, se procede a calcular el CO₂ generado por el edificio en condiciones actuales.

$$\text{Huella de carbono (anual)} = 43\,698.57 \text{ kWh} \times 0.62 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$$

$$\text{Huella de carbono (anual)} = 26\,874.62 \text{ kg CO}_2$$

$$\text{Huella de carbono (anual)} = 26.87 \text{ tn CO}_2$$

Después de los cálculos realizados, se concluye que el edificio en estudio en condiciones actuales genera aproximadamente 27.49 toneladas de CO₂ forma anual.

4.4.2 Ahorro de CO₂ generado por la implementación de las propuestas de mejora de gestión en el edificio.

Evidentemente, las mejoras de gestión desarrolladas para la implementación en el edificio generan un ahorro en el consumo de agua y energía, lo cual conlleva a su vez, que la generación de CO₂ en el edificio descienda.

Como se mencionó anteriormente, según una investigación realizada por la Universidad de Córdoba acerca de la huella de carbono, se menciona que el factor de emisión para el consumo de agua es 0,12 kg CO₂/ m³.

Es decir, por cada m^3 de agua que las personas utilizan, se genera 0.12 kg de CO_2 . A continuación, se procede a calcular la cantidad en la que se reduce la generación de CO_2 teniendo en cuenta los dos casos planteados en el punto 3.2.4:

- Sin considerar el sistema de tratamiento de aguas grises:

$$\text{Huella de carbono - agua (anual): } 710.02 \text{ m}^3/\text{año} \times 0.12 \text{ kg de CO}_2 / \text{m}^3$$

$$\text{Huella de carbono - agua (anual): } 85.20 \text{ kg de CO}_2/\text{año}$$

$$\text{Huella de carbono - agua (anual): } 0.09 \text{ tn /año}$$

- Considerando el sistema de tratamiento de aguas grises

$$\text{Huella de carbono - agua (anual): } 1\,554.37 \text{ m}^3/\text{año} \times 0.12 \text{ kg de CO}_2 / \text{m}^3$$

$$\text{Huella de carbono - agua (anual): } 188.08 \text{ kg de CO}_2/\text{año}$$

$$\text{Huella de carbono - agua (anual): } 0.19 \text{ tn /año}$$

En lo que respecta a la energía, para poder determinar la generación de CO_2 con las propuestas de energía desarrolladas ya implementadas en el edificio, se hace uso de la fórmula de la figura 23 y de los factores de emisión presentados en la tabla 33.

$$\text{Huella de carbono - energía (anual)} = 10\,465.81 \text{ kWh} \times 0.62 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$$

$$\text{Huella de carbono - energía (anual)} = 6\,436.47 \text{ kg CO}_2$$

$$\text{Huella de carbono - energía (anual)} = 6.44 \text{ tn CO}_2$$

Con lo calculado, se determina que el edificio presenta una disminución de CO_2 de la siguiente manera según los escenarios planteados en el punto 4.2:

$$\text{Primer escenario: } 0.09 + 6.44 = 6.53 \text{ tn CO}_2$$

$$\text{Segundo escenario: } 0.19 + 6.44 = 6.63 \text{ tn CO}_2$$

$$\text{Tercer escenario: } 0.19 + 6.44 = 6.63 \text{ tn CO}_2$$

La reducción de emisiones en el edificio se puede traducir en un ahorro de costos al mejorar la eficiencia del consumo de energía por los habitantes.

De los cálculos realizados, se concluye que tanto el ahorro en el consumo de agua y energía que se produce al implementar las mejoras, generan que la emisión de CO_2 del edificio disminuya en 6.63 (en consideración con la mayor reducción) toneladas por año.

Esto representa aproximadamente una reducción del 24.12% en comparación con la generación de CO₂ del edificio en condiciones actuales. Sin embargo, si se analiza un panorama más amplio, se podría aplicar el plan de mejora en todo el condominio al que pertenece el edificio en estudio debido a que todos los bloques presentan las mismas características y condiciones. Entonces, en ese hipotético caso, la emisión anual de CO₂ se reduciría en 397.80 tn de CO₂.

En base a la reducción de emisión de CO₂ que se logró se puede solicitar bonos de carbono, que según Bio Planet (2015), “son un mecanismo internacional para reducir las emisiones de CO₂ que contribuyen al calentamiento global. Son uno de los tres mecanismos propuestos en el Protocolo de Kioto para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los países desarrollados y fomentar el desarrollo sostenible y la inclusión social en los países en desarrollo.” Un bono de carbono se convierte en un certificado de emisiones reducidas (CER). Es decir, una tonelada de CO₂ que se deja de emitir es equivalente a un CER. Estos bonos pueden ser vendidos a distintos países como se ve en la figura 24. En este caso, teniendo en cuenta la implementación de las mejoras desarrolladas en el condominio al cual pertenece el edificio en estudio, se puede canjear aproximadamente 16 bonos de carbono, lo cual representa un incentivo económico para poder mejorar la calidad del medio ambiente.

Parte	Compromiso cuantificado de limitación o reducción de las emisiones (% del nivel del año o período de base)
Alemania	92
Australia	108
Austria	92
Bélgica	92
Bulgaria*	92
Canadá	94
Comunidad Europea	92
Croacia*	95
Dinamarca	92
Eslovaquia*	92
Eslovenia*	92
España	92
Estados Unidos de América	93
Estonia*	92
Federación de Rusia*	100
Finlandia	92
Francia	92
Grecia	92
Hungría*	94
Irlanda	92
Islandia	110
Italia	92
Japón	94
Letonia*	92
Liechtenstein	92
Lituania*	92
Luxemburgo	92
Mónaco	92
Noruega	101
Nueva Zelanda	100
Países Bajos	92
Polonia*	94
Portugal	92
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	92
República Checa*	92
Rumania*	92
Suecia	92
Suiza	92
Ucrania*	100

Figura 24: Lista de países que pueden comprar bonos de carbono. Naciones Unidas, 2018.

Es importante el cálculo de la huella de carbono para poder determinar el grado de contaminación que los habitantes generan, ya que para ellos es difícil reconocer que en actividades cotidianas se pueda generar CO₂.

Es necesario poder concientizar a las personas sobre este tema debido a que el incremento del CO₂ podría generar cambios climáticos, reaparición de enfermedades ya erradicadas, aumento de evaporación del agua en la superficie, etc. Además, es necesario cuidar los recursos energéticos del cual dispone el Perú, y a su vez reducir el calentamiento global.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1 Resultados del consumo hídrico final

El consumo hídrico final es el resultado de la implementación de las mejoras desarrolladas a lo largo de esta investigación para el sistema de gestión del agua. Estas mejoras son: el cambio de accesorio para duchas con bajo flujo, el cambio de accesorio para lavabos con grifos de bajo flujo, el cambio de accesorio con grifos de cocina con uso eficiente de agua y el sistema de tratamiento y reciclaje de aguas grises. Debido a que la última mejora mencionada tienes algunos requerimientos especiales como la importación del producto o la espera de su fabricación en el Perú que podrían incrementar los costos de inversión, se considera dos casos.

Por un lado, el primer escenario caso los siguientes puntos que representan a las tres primeras propuestas de mejora desarrolladas:

- Cambio de accesorio para duchas con bajo flujo de 7 L/min.
- Cambio de accesorio para lavabos con grifos de bajo flujo con 10 L/min.
- Cambio de accesorios con grifos de cocina con uso eficiente de agua con un caudal de 9 L/min.

Con estas consideraciones se logra una reducción de consumo de agua anual de 710.02 m³, lo cual representa el 13.81% del consumo inicial que presenta el edificio.

Por otro lado, el segundo caso contempla las cuatro propuestas de mejora desarrolladas, las cuales son:

- Cambio de accesorio para ducha con bajo flujo de 7 L/min.
- Cambio de accesorio para lavabos con grifos de bajo flujo de 10 L/min.
- Cambio de accesorios con grifos de cocina con uso eficiente de agua con un caudal de 9 L/min.
- Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas grises.

Con todas las propuestas de mejora consideradas se obtiene una reducción de consumo de agua anual de 1554.37 m³, lo cual representa el 30.22% del consumo inicial que presenta el edificio. Además, analizando ambos escenarios se puede deducir que solo la cuarta propuesta brinda un ahorro en el consumo de agua del edificio aproximado de 16.41%.

Lo cual lo convierte en un punto muy importante que se debe implementar a pesar de las restricciones o costos que esté presente que se analizarán en el ítem 5.3.

5.2 Resultados del consumo energético final

Para poder obtener una reducción en el consumo energético del edificio, se desarrollaron tres propuestas de mejora:

- Propuesta de implementación de paneles solares.
- Aplicación de pinturas reflectivas en muros.
- Propuesta de bombillas ahorradoras de energía (LED).

Para la primera propuesta, se consideró el uso de tres paneles policristalinos de 270 Wp que producen aproximadamente 1 447.68 kW. Cabe indicar que la producción de energía de los paneles cubre la demanda que se requiere en los servicios comunes del edificio. Además, se consideró un 10% adicional de producción para garantizar su uso continuo.

En el caso de las pinturas reflectivas, estas se aplicaron solo en los muros externos que tienen contacto continuo con los rayos emitidos por el sol.

Actualmente, los habitantes del edificio usan bombillas incandescentes, por lo cual se planteó su reemplazo por bombillas de tipo LED para poder optimizar el sistema de alumbrado y hacer más eficiente su uso. Se consideró tres tipos de bombillas LED para cubrir áreas pequeñas (baño y la lavandería), áreas mayores (sala, dormitorios, comedor, cocina) y áreas comunes (pasadizos y escaleras).

El desarrollo de las tres propuestas logra reducir el consumo de energía en el edificio en 10 465.81 kW, lo cual representa un ahorro de 23.95% con respecto al consumo energético inicial.

5.3 Resultados de la inversión económica para implementar el plan de mejora en el edificio

Las distintas propuestas desarrolladas tanto en la gestión hídrica como energética generan gastos de implementación que representan una inversión para los habitantes del edificio. Sin embargo, la inversión que se realizaría tiene un periodo de retorno en el cual recuperaría lo gastado inicialmente. Para su análisis se consideró 3 diferentes escenarios debido a la variación de las opciones que se plantea implementar en la gestión del agua.

- Primer escenario: Abarca solo cambio de accesorios (las tres primeras propuestas desarrolladas) para la gestión de agua y todas las propuestas de mejora para la gestión de energía. Este escenario presenta una inversión de S/. 48 088.82.
- Segundo escenario: Abarca el cambio de accesorios y el sistema de tratamiento de aguas grises modelo “Aqua” para la gestión de agua y todas las propuestas de mejora para la gestión de energía. Este escenario presenta una inversión de S/. 164 199.62.
- Tercera inversión: Abarca cambio de accesorios y sistema de tratamiento de aguas grises modelo “Uqiyaku” para la gestión de agua y todas las propuestas de mejora para la gestión de energía. Este escenario presenta una inversión de S/. 59 888.82.

Para estos tres escenarios se determinó un tiempo de retorno aproximado de cinco años con ocho meses, dieciséis años con diez meses y seis años con dos meses respectivamente. Además, podemos concluir que para el primer escenario pasado el tiempo de retorno de inversión se genera un ahorro mensual entre agua y energía que asciende a S/. 35.11 a valor actual, generado por la mejora de sus sistemas de funcionamiento. Para el segundo y tercer escenario el ahorro mensual entre agua y energía es de S/. 40.55 a valor actual.

5.4 Resultado de la comparación del CO₂ generado por el edificio antes y después de las mejoras

La implementación de las distintas propuestas desarrolladas tanto en la gestión hídrica como energética generan una reducción de CO₂ significativo. El edificio en condiciones actuales genera anualmente 27.49 tn de CO₂ al año.

Después de modelaciones en el Software EDGE y cálculos previos se determinó que el edificio con las propuestas de mejora en la gestión de agua y energía disminuiría anualmente en 6.53, 6.63 y 6.63 tn de CO₂ (según los tres escenarios planteados) que representa aproximadamente una reducción del 23.75%, 24.12% y 24.12% respectivamente en comparación con la generación de CO₂ del edificio en condiciones actuales. Sin embargo, si se analiza un panorama más amplio y se toma en cuenta que el condominio al que pertenece el edificio tiene otros 59 bloques de las mismas características, la emisión de CO₂ se reduciría en 397.80 tn CO₂.

5.5 Verificación de las propuestas de mejora en la gestión de agua y energía para mitigar el Impacto Ambiental en el Edificio multifamiliar existente de cinco pisos basados en recomendaciones EDGE

Para poder validar la elección de propuestas de desarrollo, simulación y resultados en el software EDGE, se elaboró un formulario (Anexo10) en el que se precisa las propuestas de sostenibilidad que se consideró para el desarrollo del estudio. Para el llenado de dicho documento se tuvo que recurrir a un profesional experto de EDGE que avale a través de juicio de expertos que los criterios aplicados al edificio multifamiliar son los adecuados para lograr una edificación sostenible, y también que los resultados obtenidos de la simulación son los correspondientes. Cabe destacar que, los expertos de EDGE son asesores de confianza con experiencia apoyando a los clientes e interesados en la toma de decisiones sobre las mejores formas de diseñar y construir de forma ecológica; así mismo, tienen amplio conocimiento del software EDGE y el proceso de certificación. El experto EDGE a quien se le hizo la consulta es el Arquitecto Eduardo Rafael Escalante Ormeño (GP2-PER-210524-1105); y sus apreciaciones se puede visualizar en el Anexo 11

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

- La gestión actual del agua en el edificio es convencional puesto que presenta un elevado gasto en el consumo hídrico. En este análisis de la gestión se determinó un ahorro total de 30.22% de agua potable utilizando las 4 propuestas de mejora, lo que contribuye directamente a la preservación de este recurso natural.
- Así mismo, al no contar con un proveedor en el mercado nacional del sistema de tratamiento y reciclaje de aguas grises domiciliario, este tendría que ser importado elevando ligeramente los costos. Por tal motivo, se simuló el edificio trabajando con las 3 primeras propuestas de mejora dando como resultado un porcentaje de ahorro de 13.81%, manteniendo dentro del rango establecido por nuestros objetivos.
- Del cálculo de consumo de agua se observa que el aparato sanitario que más agua necesita para su funcionamiento es el inodoro; es decir, su consumo por descarga es mayor al de cualquier otro aparato. Por ello, el sistema de reciclaje de aguas grises resulta ser el más influyente dentro del ahorro total, alcanzando un 16.41% dentro del ahorro total.
- Se concluye que las cuatro propuestas escogidas para la mejora en la gestión de agua fueron válidas y útiles para lograr los objetivos propuestos inicialmente.
- Por otro lado, la instalación de energía en el edificio se encuentra sin ninguna implementación en la gestión de ahorro según su diseño inicial; sin embargo, en la actualidad y debido a los avances de la tecnología en materiales se han desarrollado productos que ofrecen mejores opciones para ahorrar energía. En este caso, las tres propuestas lograron reducir en un 23.95% el gasto energético total del edificio, logrando cumplir los objetivos propuestos para esta gestión.
- Así mismo, se demostró la factibilidad económica de las propuestas de mejora evaluadas en tres escenarios, concluyendo que el escenario 3 es realizable económicamente con un periodo de retorno de 6 años y dos meses, con una inversión inicial de S/. 59 888.82. Si bien es cierto este escenario tiene una inversión inicial mayor comparada con la del primer escenario, el ahorro mensual posterior entre agua y energía también es mayor (S/. 40.55) a valor actual. Además, presenta la posibilidad de preservar un recurso natural importante.

- En el análisis de las mejoras ambientales alcanzadas demuestra que con la implementación de las propuestas se evitaría anualmente una emisión potencial que representa aproximadamente un 24% de emisiones al año, siendo el de mayor aporte el ahorro eléctrico.
- El plan de mejora desarrollado en la tesis es adaptable para diferentes casos de condominios o residenciales que presenten similares o iguales características arquitectónicas, estructurales, de instalaciones eléctricas y sanitarias. Un gran ejemplo es el condómino al que pertenece el caso de estudio, este contiene 60 bloques íntegramente iguales, lo que permite aplicar lo desarrollado y reducir la emisión de CO₂ en 397.80 tn CO₂ de manera global.
- Si bien los valores de VAN y TIR indican que la inversión más rentable es el escenario uno (en el que no se incluye la implementación del sistema de tratamiento de aguas grises), se infiere que el mejor escenario para la aplicación en el edificio es el tres, debido a que presenta un mayor ahorro posterior al retorno de la inversión; y además, un punto resaltante es que ayuda a cuidar y preservar el recurso natural más importante y la base de toda forma de vida.
- Se concluye que es factible aplicar propuestas de mejora no invasivas en edificios multifamiliares existentes, cumpliendo con las recomendaciones EDGE y realizando cambios sencillos, eficientes y eco amigables, sin afectar la estructura del edificio.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- En caso se quiera implementar todas las medidas desarrolladas de forma inmediata, se recomienda usar el tratamiento de aguas grises del modelo “Aqus” debido a que existe actualmente en el mercado y se puede realizar la compra haciendo un pedido por internet.
- En caso que la implementación del plan de mejora desarrollado se va de pasado un año de la realización de este estudio, se puede acceder a usar el modelo “Uqiyaku” debido a que actualmente este modelo aún está considerado como proyecto, y según sus desarrolladores, estará disponible en aproximadamente un año. La diferencia entre el modelo “Aqus” y el modelo “Uqiyaku” es que la segunda opción es más económica y sin embargo presenta el mismo rendimiento en comparación con el otro modelo.
- Para poder determinar el ahorro de las tres primeras propuestas de gestión de agua, se optó por marcas en específico debido a su calidad y beneficio; sin embargo, las personas que implementen las propuestas desarrolladas, pueden elegir otras marcas que se adapten a su comodidad siempre y cuando se respete las características indicadas en el estudio.
- Para la instalación del sistema de tratamiento de aguas grises se necesita tener conocimiento sobre las instalaciones sanitarias que tiene cada departamento; por lo tanto, se recomienda que ese trabajo lo realice una persona con experiencia en el rubro y que cuente con el plano II.SS. al momento de empezar la actividad.
- Se recomienda implementar las cuatro propuestas del plan de mejora de agua, debido a que en conjunto representan un ahorro del 30.22% lo cual es considerablemente mayor al 13.81% que producen las tres primeras propuestas.
- En caso de implementar en otro edificio el plan de mejora de agua y energía desarrollado, se recomienda tener información adecuada sobre las características que presenta las instalaciones sanitarias y eléctricas, para así poder determinar las propuestas que se puedan.
- Para la gestión de energía, se desarrolló una propuesta que se basa en la utilización de pinturas reflectivas; actualmente en el país más cercano que está disponible es Argentina; sin embargo, con el pasar del tiempo su mercado se puede extender. Por lo tanto, se recomienda que, si se quiere aplicar esta propuesta pasado un tiempo prudente, se debería investigar si ya existen esas pinturas en el Perú para poder

disminuir el costo de implementación debido a que ya no sería necesario la importación que se consideró en el estudio.

- Se recomienda tener en cuenta la demanda de energía de las áreas comunes del edificio, ya que teniendo en cuenta ese dato se podrá determinar la cantidad y las características que deben presentar los paneles fotovoltaicos.
- En caso exista un encargado del edificio, se recomienda cambiar el ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos, en invierno a 0.5° y en verano a 23.5° , para poder optimizar la recepción de rayos solares a lo largo del año.
- Para poder determinar el ahorro de energía con la propuesta de bombillas LED, se recomendó marcas en específico debido a su calidad y beneficio; sin embargo, las personas que implementen las propuestas desarrolladas, pueden elegir otras marcas que se adapten a su comodidad siempre y cuando se respete las características indicadas en el estudio.
- Debido a que las bombillas LED presentan en promedio 15 000 horas de duración (aproximadamente 4 años teniendo en cuenta un uso de 10 horas diarias), se recomienda cambiarlas en dicho tiempo para poder mantener su eficiencia y experiencia de uso.
- Dentro de todos los electrodomésticos presentes en un departamento promedio, el que presenta un funcionamiento especial es la lavadora. Se debe saber detalles de su funcionamiento como, por ejemplo, los ciclos de lavado. Por tal motivo, se recomienda que, al momento de comprar una lavadora, se debe tener en cuenta las necesidades de uso de sus usuarios para determinar su capacidad. Se hace énfasis en esto debido a que mediante una encuesta realizada se pudo observar que los habitantes del edificio en su mayoría no saben cómo usar adecuadamente la lavadora. Tener en cuenta lo mencionado, sirve para ahorrar agua, energía, poder reducir las emisiones de CO_2 y reducir la factura eléctrica.
- Actualmente el MINEM exhorta a la población a poder comprar y usar artefactos que cuenten con la etiqueta de eficiencia energética, es sustancial poder acceder a estas recomendaciones debido a que los artefactos que tienen calificaciones altas según la etiqueta de eficiencia consumen menos energía y además presentan una vida útil más prolongada. Además, considerar este tipo de medidas provoca que el recibo de energía mensual tenga un menor costo y se contribuya al cuidado del medio ambiente.

- Se recomienda implementar las cuatro propuestas del plan de mejora de agua. Si bien la inversión inicial es un poco mayor en comparación con solo implementar las tres primeras mejoras, los beneficios económicos y ambientales que genera permiten catalogarlo como factible.
- Analizando las características de las bombas que se usan para la dotación de agua, se recomienda que estas se reemplacen por otras con mayor eficiencia en su uso, como la bomba de agua 1.5HP Kaili 133137 con una altura máxima de presión de 42 m y consumo de 1.1 kW. Así mismo, para poder obtener mayor reducción de consumo eléctrico en las áreas comunes se recomienda la colocación de sensores de movimiento (Sensor 360° de la marca Opalux) para que el bulbo led se mantenga encendido solo cuando hay personas transitando por dichos espacios
- Se recomienda para próximas investigaciones tener en cuenta la actualización del valor del coeficiente de emisión de CO₂ por consumo de agua; debido a que este valor depende de la tecnología que usa la empresa proveedora, en este caso SEDAPAL, y puede variar cada año.
- Se recomienda realizar periódicamente charlas en el edificio en donde se pueda concientizar a los habitantes sobre el impacto ambiental que generan al consumir agua o energía para la realización de sus actividades cotidianas, así mismo, capacitarlos para que tengan un uso óptimo de estos recursos e informarles que existen diversas soluciones eficientes y eficaces como la que presentamos en nuestro estudio para mejorar la gestión actual de agua y energía que presentan.

8. REFERENCIAS

- Allen, L. (2015) Manual de diseño para manejo de aguas grises para riego exterior. Versión 2. Recuperado de <https://n9.cl/hfu0> [Consulta: 27 de mayo de 2020]
- ARGOS. (2013). 360 concreto. Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción. Obtenido de: <https://cutt.ly/GeDtsyt> [Consulta: 17 de octubre de 2019]
- Autoridad Nacional del Agua [ANA] (2019) El agua en el Perú [Imagen 1] Recuperado de <https://cutt.ly/seDbGAv> [Consulta: 15 de octubre de 2019]
- Cidad, E. (2018). El ciclo urbano del agua. Agua ecosocial. Recuperado de <https://cutt.ly/viuoWJP> [Consulta: 17 de Junio de 2020]
- CONSTRUMATICA. (17 de octubre de 2019). Impactos ambientales en el sector de la construcción. Obtenido de: <https://cutt.ly/XeDrJMi> [Consulta: 17 de octubre de 2019]
- Damewood, C. (2017) ¿Cómo funciona la pintura para techo reflectiva al calor? Recuperado de <https://cutt.ly/niuoXli> [Consulta: 11 de abril de 2020]
- Demanboro, A., Fabiano, B., Longo, R. & Bettine, S. (2015) Evaluation of water consumption on taps at a university. *Ambiente Construído*, v. 15, n. 3, p. 135– 143 Doi: <https://cutt.ly/QeDxFkF>
- De Toro, A., Gomera, A., Aguilar, J., Guijarro, C., Antúnez, M. & Vaquero, M. (2013). La huella de carbono de la UCO. España. Recuperado de <https://cutt.ly/jiio8K5>
- EDGE. (1 de septiembre de 2019). Excellence In Design For Greater Efficiencies. Obtenido de <https://cutt.ly/iipyNk> [Consulta: 1 septiembre de 2019]
- El Comercio (11 de septiembre de 2019). EDIFICIOS VERDES: LA CLAVE PARA EL AHORRAR AGUA Y LUZ. Recuperado de <https://cutt.ly/keDshjk> [Consulta: 20 de octubre de 2019]
- El Peruano (28 de agosto de 2015) Código Técnico de construcción sostenible. Recuperado de <https://cutt.ly/VeDdytA> [Consulta: 20 de octubre de 2019]

- Estudio Nacional del Fenómeno del Niño (2017). Informe Técnico Extraordinario N°001-2017/ENFEN EL NIÑO COSTERO 2017. Recuperado de <https://cutt.ly/iupxVu> [Consulta: 17 de octubre de 2019]
- García, P. (2015) La importancia del tratamiento de aguas grises. Recuperado de <https://cutt.ly/0iupJ9I> [Consulta: 27 de mayo de 2020]
- Gerber, D., Liou, R. & Brown, R. (2019). Energy-saving opportunities of direct-DC loads in buildings. *Journal Applied Energy*, 248, 274-287. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.04.089>
- Google Maps (2019) Mapa de ubicación del edificio multifamiliar. Adaptado de Google Maps. [Imagen 6]
- Instituto de España (2003). El Efecto Invernadero, el Cambio Climático, la crisis Medioambiental y el futuro de la Tierra. Recuperado de <https://cutt.ly/QeDyGrK> [Consulta: 18 de octubre de 2019]
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática [INEI] (2018). Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2018. Recuperado de <https://bit.ly/2uBNiwY> [Consulta: 31 de agosto de 2019]
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática [INEI]. (2018). Disponibilidad hídrica a nivel nacional según vertiente – 2012. [Tabla 1]. Recuperado de <https://bit.ly/2uBNiwY> [Consulta1 de septiembre de 2019]
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informática [INEI]. (2018). Consumo de agua potable en lima metropolitana por sectores 1995 2017. [Tabla 2]. Recuperado de <https://bit.ly/2uBNiwY> [Consulta1 de septiembre de 2019]
- International Finance Corporation [IFC] (2019). EDGE Methodology Report Version 2.0 . Recuperado de <https://n9.cl/f6w31> [Consulta: 14 de julio de 2021]
- La República (2017) Lima necesita más de 1000 edificios sostenibles para mitigar cambio climático. Recuperado de <https://cutt.ly/AeD8yLo> [Consulta: 20 de octubre de 2019]
- Leadership in Energy & Environmental Design [LEED]. (2019). Green building leadership is LEED. Obtenido de: <https://cutt.ly/Miuiayg>

- Leal, N., Lopes, A. & Hentz, P. (2015). Tecnologias para reutilização de águas residuárias. *Revista gestão e desenvolvimento em contexto*, p. 16-31
- Liu, B. & Ping, Y. (2012). Water Saving Retrofitting and Its Comprehensive Evaluation of Existing Residential Buildings. *Journal of Energy Procedia*, 14, 1780-1785. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.12.1167>
- Linares, G. & Siche, R. (2016) Aerogenerador instalado en edificio multifamiliar ¿rentable o no? ¿sostenible o no? *Scientia Agropecuaria*, 7(1), 45-57. Doi:10.17268/sci.agropecu.2016.01.05
- Lumisolar (2020) Esquema de funcionamiento equipo fotovoltaico On-Grid. Recuperado de <https://n9.cl/66dw> [Consulta: 29 de mayo de 2020]
- Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente [MAPAMA]. (2014) Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. Recuperado de <https://n9.cl/26p7> [Consulta: 20 de mayo de 2020]
- Martin, k., Salazar, E., Campos, A., Diarce, G. & Gomez, I. (2019). Solar energy system for heating and domestic hot water supply by means of a heat pump coupled to a photovoltaic ventilated façade. *Journal of Solar Energy*, 183, 453-462. doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.03.058>
- Ministerio de Energía y Minas [MINEM] (2015). La huella de carbono y la eficiencia energética. Recuperado de <https://n9.cl/hma4b> [Consulta: 20 de mayo de 2020]
- Ministerio de Energía y Minas [MINEM] (2016). Balance nacional de Energía. Recuperado de <https://bit.ly/2kBIcaw> [Consulta: 31 de agosto de 2019]
- Ministério del Ambiente [MINAM] (2001). Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento. Recuperado de <https://cutt.ly/aeDyrzj> [Consulta: 18 de octubre de 2019]
- Ministerio del Ambiente [MINAM] (2017). Cifras ambientales 2017. Revista Digital de Sistema Nacional de Información Ambiental [SINIA], (38), 1-22. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/cifras-ambientales> [Consulta: 29 de agosto de 2019]

- Miñan, W. (2019). San Isidro consume más agua por habitante al día, afirma SEDAPAL. Diario Gestión. [Imagen 2] Recuperado de <https://cutt.ly/qeDb11R> [Consulta: 15 de octubre de 2019]
- Naciones Unidas. (1998). Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. Recuperado de <https://cutt.ly/ZiusRwq>
- Organismo Supervisor de la Inversión en energía y Minería [Osinergmin], (2015). Evolución del consumo de electricidad del mercado eléctrico por tipo de uso. Adaptado de La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país. Osinergmin. Lima, Perú. Recuperado de <https://cutt.ly/0eDcvVI> [Consulta: 17 de octubre de 2019]
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos [OCDE] (2016). Evaluación del desempeño ambiental Perú 2016 aspectos destacados y recomendados. Recuperado de <https://cutt.ly/piusZez> [Consulta: 18 de octubre de 2019]
- Organización Meteorológica Mundial (2019). El niño/ La niña hoy. Recuperado de <https://cutt.ly/jius6pP> [Consulta: 17 de octubre de 2019]
- Paucar, J. (2018). LIMA: Solo 60 edificios están certificados como sostenible. Recuperado de <https://cutt.ly/siudyML> [Consulta: 20 de octubre de 2019]
- Portillo, G. (2017). El fenómeno de la niña. Recuperado de <https://cutt.ly/BiudhPy> [Consulta: 18 de octubre de 2019]
- Presidencia del Consejo de Ministros (2019). Programa presupuestal de reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencia por desastres – PREVAD-. Recuperado de <https://cutt.ly/LiudI7X> [Consulta: 19 de octubre de 2019]
- Ramirez, A. (2002). La Construcción sostenible. Recuperado de <https://cutt.ly/5iuffWv> [Consulta: 20 de octubre de 2019]
- Román, V. (2018). La Niña y sus consecuencias para Perú, Colombia y Argentina. Recuperado de <https://cutt.ly/CiufIkE> [Consulta: 18 de octubre de 2019]
- Rosselli, C., Tariello, F. & Sasso, M. (2019). Integration of a Photovoltaic System with an Electric Heat Pump and Electrical Energy Storage Serving an Office Building. Journal

- of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, 7(2), 213-228. Doi: <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d6.0248>
- Santos, F., Rosa, J., Trento, L., Vedvotto, R. & Lins, N. (2017) Indiscriminated use of water (in Portuguese). *Revista Maiêutica*, v. 5, n. 47, p. 29–37
- Senier, L. (2018). El niño y sus diversas manifestaciones en la historia. Correlación con el cambio climático. Pontificio Universidad Católica del Perú. Recuperado de <https://cutt.ly/3iufEjz> [Consulta: 17 de octubre de 2019]
- Servicio de agua potable y alcantarillado [SEDAPAL] (2019) Estructura de tarifa vigente según la categoría [Imagen 3]. Recuperado de <https://cutt.ly/7eDb7yB> [Consulta: 15 de octubre de 2019]
- Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A. & Vílchez, C. (2016). Evolución del consumo de electricidad del mercado eléctrico por tipo de uso. Adaptado de La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país. Osinergmin. Lima, Perú. [Imagen 4] Recuperado de <https://cutt.ly/0eDcvVI>
- Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A. & Vílchez, C. (2016). Consumo de electricidad del mercado eléctrico por región, 2015. Adaptado de La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país. Osinergmin. Lima, Perú. [Imagen 5] Recuperado de <https://cutt.ly/0eDcvVI>
- TECNIBERIA (2014) Huella de carbono de la construcción de obras públicas – guía de usuario. Recuperado de <https://n9.cl/60r1> [Consulta: 20 de mayo de 2020]
- Vainsa (2019) Grifo de bajo flujo para cocina 5lt/min – 15 lt/min. Adaptado de Ficha Técnica Vainsa. [Imagen 11] Recuperado de <https://cutt.ly/DeDbzvK> [Consulta: 29 de octubre de 2019]
- Vainsa (2019) Grifo de bajo flujo para lavabos de baño 5lt/min – 10.5 lt/min. Adaptado de Ficha Técnica Vainsa. [Imagen 10] Recuperado de <https://cutt.ly/6iufPsJ> [Consulta: 29 de octubre de 2019]
- Vainsa (2019) Llave de ducha con salida de ducha de bajo flujo. Adaptado de Ficha Técnica Vainsa. [Imagen 9] Recuperado de <https://cutt.ly/2eDv4Wf> [Consulta: 29 de octubre de 2019]

Vilariño, L., Vilariño, J., Arenas, C., Núñez, G. & Menéndez, H. (2014) Rendimiento global de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica. Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Volumen (12), p. 6-25.

Villonga, Carles (2016). Como elegir la mejor bombilla para ahorrar luz. Recuperado de <https://cutt.ly/8iufLQW> [Consulta: 11 de abril de 2020]

9. ANEXOS

ANEXO 1:

Plano Arquitectónico, Plano de
Inst. Eléctrica – Alumbrado,
Plano de Inst. Eléctrica – Toma
Corrientes, Plano de Inst.
Sanitária – Desague, Plano de
Inst. Sanitarias – Agua.

**ORGANISMO ESPECIAL DEL
FONDO DE VIVIENDA
MILITAR
DEL EJERCITO PERUANO**

CONJUNTO RESIDENCIAL "HSyM"

**I Etapa BLOCK 03
DPTO 102**

**ARQUITECTURA -
POST CONSTRUCCION
PLANTA**

**DPTO. Y PROV. LIMA, DISTRITO
SAN JUAN DE MIRAFLORES
AV ALIPIO PONCE,
PANAMERICANA SUR
(ALT KM 13.00)**

FECHA

ESC 1/50

LAMINA

A-01

ORGANISMO ESPECIAL DEL
FONDO DE VIVIENDA
MILITAR
DEL EJERCITO PERUANO

CONJUNTO RESIDENCIAL "HSyM"

I Etapa BLOCK 03
DPTO 102

INST. ELECTRICAS -
POST CONSTRUCCION
ALUMBRADO

DPTO. Y PROV. LIMA, DISTRITO
SAN JUAN DE MIRAFLORES
AV ALIPIO PONCE,
PANAMERICANA SUR
(ALT KM 13.00)

FECHA
ESC 1/50
LAMINA

IE-01

ORGANISMO ESPECIAL DEL
FONDO DE VIVIENDA
MILITAR
DEL EJERCITO PERUANO

CONJUNTO RESIDENCIAL "HSyM"

I Etapa BLOCK 03
DPTO 102

INST. ELECTRICAS -
POST CONSTRUCCION
TOMACORRIENTES

DPTO. Y PROV. LIMA, DISTRITO
SAN JUAN DE MIRAFLORES
AV ALIPIO PONCE,
PANAMERICANA SUR
(ALT KM 13.00)

FECHA
ESC 1/50

LAMINA
IE-02

ORGANISMO ESPECIAL DEL
FONDO DE VIVIENDA
MILITAR
DEL EJERCITO PERUANO

CONJUNTO RESIDENCIAL "HSyM"

I Etapa BLOCK 03
DPTO 102

INST. SANITARIAS -
POST CONSTRUCCION
DESAGUE

DPTO. Y PROV. LIMA, DISTRITO
SAN JUAN DE MIRAFLORES
AV ALIPIO PONCE,
PANAMERICANA SUR
(ALT KM 13.00)

FECHA

ESC 1/50

LAMINA

IS-02

ORGANISMO ESPECIAL DEL
FONDO DE VIVIENDA
MILITAR
DEL EJERCITO PERUANO

CONJUNTO RESIDENCIAL "HSyM"
I Etapa BLOCK 03
DPTO 102

INST. SANITARIAS -
POST CONSTRUCCION
AGUA

DPTO. Y PROV. LIMA, DISTRITO
SAN JUAN DE MIRAFLORES
AV ALIPIO PONCE,
PANAMERICANA SUR
(ALT KM 13.00)

FECHA	ESC 1/50
LÁMINA	
IS-01	

ANEXO 2:

Recibos de Agua para el cálculo
del consumo Hídrico Inicial

www.sedapal.com.pe
Servicio de Agua Potable y Alcantarillado
de Lima
Autopista Ramiro Prialé 210
El Agustino - Lima
RUC: 20100152356

ORES FOVIME BOCK 03
CA H BL-3
C.R HEROES DE SAN JUAN Y MIRAFLORES
SAN JUAN DE MIRAFLORES
BLOCK 03

Sector: 123

OC.: AV INDUSTRIAL 300 VILLA EL S LIMA

Suministro N°
6345579-4

01664

103285-123-04577-0020
011284-4211-0029-0165-1310

INFORMACIÓN GENERAL	
Titular de la conexión:	ORES FOVIME BOCK 03
Dirección del suministro:	CA H BL-3 D19 - C.R HEROES DE SAN JUAN Y M
Distrito:	SAN JUAN DE MIRAFLORES
Tipo de facturación:	Frecuencia de facturación:
LECTURA	Mensual
Tarifa:	Categoría:
MULTIF. NO INDIVID.	RESIDENCIAL
Unidad de Uso:	Tipo de descarga:
19	
Actividad:	
MULTIFAMILIAR PARCIALMENTE OCU	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	
Redondeo de consumo (m3)	
Mes anterior :	0.09 m3
Mes siguiente:	0.17 m3
Desagregado (Edificio Multifamiliar)	
Tarifa	c/u m3 (Agua) (Alcant.)
6 DOMESTICO	21.76 33.46 28.60
13 DOMESTICO	21.72 33.37 28.55
Horario de abastecimiento	
Código :	53M015
Frecuencia:	DIARIO
De :	05:00 hrs.
Hasta :	13:00 hrs.
Diámetro Conex: 25 mm.	

INFORMACIÓN DE PAGO	
Fecha de emisión:	Periodo de consumo:
12/10/2019	10/09/2019 - 11/10/2019
Ref. de cobro:	N° de recibo:
63455790947	15417620-14211201910
Mes facturado:	Fecha de vencimiento:
Octubre 2019	28/10/2019

LECTURA DE MEDIDOR			
Medidor:	Anterior:	Actual:	Consumo (m3):
E316015052	9884	10297	413

DETALLE DE FACTURACIÓN	
Concepto:	Importe:
Volumen de Agua Potable	412.92 m3 634.57
Servicio de Alcantarillado	390.75
Cargo Fijo	5.04
I.G.V. 1,030.36 x 18%	185.52
Mora	0.38
Redondeo del mes anterior	0.08
Redondeo del mes actual	-0.04
Consumo del mes	1,216.30

Importe total a pagar: S/ ****1,216.30

Gracias por la puntualidad en sus pagos

MENSAJES

El 1% de lo facturado mensualmente por los conceptos de agua potable, alcantarillado y cargo fijo se destina al Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE), para la conservación, restauración o uso sostenible de los ecosistemas que proveen de agua.

El monto de su recibo destinado al MRSE es: S/ *****10.30
SUNASS con Of. N° 219-2019-SUNASS-030, autoriza a SEDAPAL aplicar un incremento tarifario de 0.63% para el servicio de agua potable y 1.73% para alcantarillado, en cumplimiento a lo dispuesto en los numerales 4.1 y 4.2 del ítem 4 del Anexo N° 2 de la RCD N° 022-2015-SUNASS-CD.

Con la aplicación
SEDAPAL Móvil tendrás
información de tu
servicio a la mano.

Descarga gratis en:

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA

Para tus consultas y requerimientos llámanos al
317 8000 de Aquafono

634557909400000000012163080

www.sedapal.com.pe
Servicio de Agua Potable y Alcantarillado
de Lima
Autopista Ramiro Priale 210
El Agustino - Lima
RUC: 20100152356

ORES FOVIME BOCK 03
CA H BL-3
C.R. HEROES DE SAN JUAN Y MIRAFLORES
SAN JUAN DE MIRAFLORES
BLOCK 03

Sector: 123

OC.: AV INDUSTRIAL 300 VILLA EL S LIMA

Suministro N°
6345579-4

010990-4211-0029-0-00-1310
012403

INFORMACIÓN GENERAL

Titular de la conexión:
ORES FOVIME BOCK 03
Dirección del suministro:
CA H BL-3 D19 - C.R. HEROES DE SAN JUAN Y M
Distrito:
SAN JUAN DE MIRAFLORES
Tipo de facturación: Frecuencia de facturación:
LECTURA Mensual
Tarifa: Categoría:
MULTIF. NO INDIVID. RESIDENCIAL
Unidad de Uso: Tipo de descarga:
19
Actividad:
MULTIFAMILIAR PARCIALMENTE OCU

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Redondeo de consumo (m3)
Mes anterior : 0.16 m3
Mes siguiente: 0.14 m3
Desagregado (Edificio Multifamiliar)
Tarifa c/u m3 (Agua) (Alcant.)
6 DOMESTICO 21.66 33.04 20.11
13 DOMESTICO 21.62 32.96 20.06

Horario de abastecimiento
Código : 53M015
Frecuencia: DIARIO
De : 05:00 hrs.
Hasta : 13:00 hrs.
Diámetro Conex: 25 mm.

INFORMACIÓN DE PAGO

Fecha de emisión: Período de consumo:
12/07/2019 12/06/2019 - 11/07/2019
Ref. de cobro: N° de recibo:
63455790913 10659811-14211201907
Mes facturado: Fecha de vencimiento:
Julio 2019 27/07/2019

LECTURA DE MEDIDOR

Medidor:	Anterior:	Actual:	Consumo (m3):
E316015052	8655	9066	411

DETALLE DE FACTURACIÓN

Concepto:	Importe:
Volumen de Agua Potable	411.02 m3 626.72
Servicio de Alcantarillado	381.44
Cargo Fijo	5.04
I.G.V. 1,013.20 x 18%	182.35
Mora	1.71
Redondeo del mes anterior	0.03
Redondeo del mes actual	-0.09
Consumo del mes	1,197.20

Importe total a pagar: **S/ ****1,197.20**

Con RCD N° 061-2018-SUNASS-CD publicada el 04.01.2019, se modificaron los siguientes artículos del Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento:

- Art. 29.- Causales de terminación.
- Art. 48.- Prohibiciones generales para los usuarios.
- Art. 96.- Recupero del consumo no facturado por manipulación del medidor.
- Art. 100.- Medidor de conexión domiciliar.
- Art. 113.- Cierre de los servicios de agua potable y alcantarillado por iniciativa de la empresa prestadora.
- Art. 115.- Levantamiento de la Conexión.

Mayor información en www.sedapal.com.pe.

EVOLUCIÓN DE SU CONSUMO DE AGUA

Para tus consultas y requerimientos llámanos al
317 8000 de Aquafono

634557909100000000011972015

Impreso por: Enortia S.A. RUC 20100117526

Gracias por la puntualidad en sus pagos

MENSAJES

El 1% de lo facturado mensualmente por los conceptos de agua potable, alcantarillado y cargo fijo se destina al Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE), para la conservación, restauración o uso sostenible de los ecosistemas que proveen de agua.

El monto de su recibo destinado al MRSE es: S/ *****10.13

☞ Toma duchas de 5 minutos, cierra el caño mientras te jabonas.

www.sedapal.com.pe
Servicio de Agua Potable y Alcantarillado
de Lima
Autopista Ramiro Prjalé 210
El Agustino - Lima
RUC: 20100152356

ORES FOVIME BOCK 03
CA H BL-3
C.R. HEROES DE SAN JUAN Y MIRAFLORES
SAN JUAN DE MIRAFLORES
BLOCK 03

Suministro N°
6345579-4

013291

115085-123-04577-0020
010639-4211-0029-0165-1310

Sector: 123

OC.: AV INDUSTRIAL 300 VILLA EL S LIMA

INFORMACIÓN GENERAL	
Titular de la conexión:	ORES FOVIME BOCK 03
Dirección del suministro:	CA H BL-3 D19 - C.R. HEROES DE SAN JUAN Y M
Distrito:	SAN JUAN DE MIRAFLORES
Tipo de facturación:	Frecuencia de facturación:
LECTURA	Mensual
Tarifa:	Categoría:
MULTIF. NO INDIVID.	RESIDENCIAL
Unidad de Uso:	Tipo de descarga:
19	
Actividad:	
MULTIFAMILIAR PARCIALMENTE OCU	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	
Redondeo de consumo (m3)	
Mes anterior :	0.10 m3
Mes siguiente:	0.15 m3
Desagregado (Edificio Multifamiliar)	
Tarifa	c/u m3 (Agua) (Alcant.)
6 DOMESTICO	22.13 34.03 20.71
13 DOMESTICO	22.09 33.94 20.66
Horario de abastecimiento	
Código :	52M015
Frecuencia:	DIARIO
De :	00:00 hrs.
Hasta :	24:00 hrs.
Diámetro Conex: 25 mm.	

INFORMACIÓN DE PAGO	
Fecha de emisión:	Periodo de consumo:
13/03/2019	09/02/2019 - 12/03/2019
Ref. de cobro:	N° de recibo:
63455790871	04253621-14211201903
Mes facturado:	Fecha de vencimiento:
Marzo 2019	28/03/2019

LECTURA DE MEDIDOR			
Medidor:	Anterior:	Actual:	Consumo (m3):
E316015052	6888	7308	420

DETALLE DE FACTURACIÓN		
Concepto:		Importe:
Volumen de Agua Potable	419.95 m3	645.40
Servicio de Alcantarillado		392.84
Cargo Fijo		5.04
I.G.V. 1,043.28 x 18%		187.80
Mora		2.48
Redondeo del mes anterior		0.03
Redondeo del mes actual		-0.09
Consumo del mes		1,233.50

Importe total a pagar: S/ ****1,233.50

Gracias por la puntualidad en sus pagos

MENSAJES

El 1% de lo facturado mensualmente por los conceptos de agua potable, alcantarillado y cargo fijo se destina al Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE), para la conservación, restauración o uso sostenible de los ecosistemas que proveen de agua.

El monto de su recibo destinado al MRSE es: S/ *****10.43

SUNASS mediante Of. N° 371-2018-SUNASS-030, autoriza a SEDAPAL aplicar un incremento tarifario de 2,31% para el servicio de agua potable y 5,67% para alcantarillado, en cumplimiento a lo dispuesto en los ítem 2 de los numerales 4.1 y 4.2 del Anexo N° 2 de la RCD N° 7022-2015-SUNASS-CD.

Con RCD N° 061-2018-SUNASS-CD publicada el 04.01.2019, se modificaron los siguientes artículos del Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento:

- Art. 29.- Causales de terminación.
- Art. 49.- Prohibiciones generales para los usuarios.
- Art. 96.- Recupero del consumo no facturado por manipulación del medidor.
- Art. 100.- Medidor de conexión domiciliar.
- Art. 113.- Cierre de los servicios de agua potable y alcantarillado por incumplimiento de la empresa prestadora.
- Art. 115.- Levantamiento de la Conexión.

Mayor información en www.sedapal.com.pe.

EVOLUCIÓN DE SU CONSUMO DE AGUA

Para tus consultas y requerimientos llámanos al
317 8000 de Aquafono

634557908700000000012335081

ANEXO 3:

Datos del edificio para la
simulación en el software EDGE
versión 2.1.5

ANEXO 4:

Datos de los accesorios para la
simulación en el software EDGE
versión 2.1.5

✓	HMW01* Cabezales de ducha de bajo flujo - 7 lts./min	Lts./min	7
✓	HMW02* Grifos de bajo flujo para cocina - 9 l/min	Lts./min	9
✓	HMW03* Grifos de bajo flujo en todos los baños - 10.5 L/min	Lts./min	10.5
✓	HMW07 Aguas grises recicladas para la descarga de los sanitarios		

ANEXO 5:

Formato de encuesta realizada a los habitantes de los departamentos del edificio.

**PROPUESTA DE PLAN DE MEJORA EN LA GESTION DE AGUA
Y ENERGIA PARA LA MITIGACIÓN DE IMPACTOS
AMBIENTALES EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES EXISTENTES
DE CINCO PISOS BASADO EN RECOMENDACIONES EDGE**

ENCUESTA - DEMANDA DE ENERGÍA

Departamento	
Fecha	

Indique por favor la cantidad de artefactos que tiene en su departamento según cada ítem

Artefactos	Cantidad
Refrigeradora	
Microondas	
Cocina eléctrica	
Campana extractora	
Lavadora	
Secadora	
Aire acondicionado	
Calefactor	
Televisor	
Computadora	
Equipo de musica	
Telefonia fija	

Otros: .....
.....

ANEXO 6:

Recibos de Luz para el cálculo del
consumo Hídrico Inicial
del edificio.

LUZ DEL SURLUZ DEL SUR S.A.A.
AV. CANAVAL Y MOREYRA 390 SAN ISIDRO - LIMA
RUC 20331986008**CONJ.RES.HEROES DE SAN JUAN Y MIRAFLORES**
BLOCK 3 INT SSGG URB HEROES DE SAN JUAN Y MIRAFLORES VI ETAPA
SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA
025080**1674696**

Recibo Nro. 221947425 R.U.C. 20507180265 N - BV-27338

Ruta 02-401-5070 Medidor Nro. 006861421 S - 0501

DATOS DEL SUMINISTRO

Tarifa	BT5B Residencial
Conexión	Subterránea C2.1
Sector Típico	1 (SE0133)
Potencia Contratada	4.20 KW
Nivel Tensión	220 V
Medidor	TRIFÁSICO Mecánico 3 hilos

DETALLE DEL CONSUMO

Lectura Actual	7970.30 (04/01/19)
Lectura Anterior	7862.20 (05/12/18)
Diferencia lecturas	108.10
Factor del medidor	1
Consumo a facturar	108.10 kW.h

HISTORIA DE CONSUMO Importes 2 últimos meses Facturados
Nov-18 S/ 73.19 Dic-18 S/ 73.24**DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS**

Mes Facturado		ENERO 19
Descripción	Precio Unit.	Importe
Cargo Fijo		2.72
Mant. y Reposición de Conexión		1.66
Consumo de Energía	0.5069	54.80
Alumbrado Público		4.48
Interés Compensatorio		0.17
I.G.V.		11.49
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0084	0.91
SUBTOTAL DEL MES		76.23
Ajuste sencillo mes anterior		0.02
Ajuste sencillo mes actual		(0.05)
TOTAL IMPORTES FACTURADOS		76.20

MENSAJES AL CLIENTE

Las conexiones clandestinas ponen en riesgo su integridad física y sobrecargan las redes, lo que puede afectar sus electrodomésticos y causar graves accidentes. Denuncie el hurto de energía llamando a Fonoluz, se mantendrá absoluta discreción.

✓ El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 2.11

ENCARGOS DE COBRANZA**TOTAL A PAGAR S/*********76.20**

16746967 01000000007620

LISTADO DE INTERRUPCIONES

FECHA DE EMISIÓN

05-ENE-2019

FECHA DE VENCIMIENTO

21-ENE-2019 **LUZ DEL SUR**

www.luzdelsur.com.pe

Impreso por Aleph R.U.C. 20258078048

LUZ DEL SURLUZ DEL SUR S.A.A.
AV. CANAL Y MOREYRA 383 SAN ISIDRO - LIMA
RUC 2033189608

N° DE SUMINISTRO

674696**CONJ.RES.HEROES DE SAN JUAN Y MIRAFLORES**BLOCK 3 INT SSGG URB HEROES DE SAN JUAN Y MIRAFLORES VI ETAPA
SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA

025321

Recibo Nro. 228854293 R.U.C. 20507180265 N - BV-27590

Ruta 02-401-5070 Medidor Nro. 006861421 S - 0500

DATOS DEL SUMINISTRO

Tarifa	BT5B Residencial
Conexión	Subterránea C2.1
Sector Típico	1 (SE0133)
Potencia Contratada	4.20 KW
Nivel Tensión	220 V
Medidor	TRIFÁSICO Electrónico 3 hilos

DETALLE DEL CONSUMO

Lectura Actual	8594.70 (04/07/19)
Lectura Anterior	8489.70 (04/06/19)
Diferencia lecturas	105.00
Factor del medidor	1
Consumo a facturar	105.00 kWh

HISTORIA DE CONSUMO Importes 2 últimos meses Facturados
May-19 S/ 80.75 Jun-19 S/ 73.91**DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS**

Mes Facturado		JULIO 19
Descripción	Precio Unit.	Importe
Cargo Fijo		2.70
Mant. y Reposición de Conexión		1.53
Consumo de Energía	0.5179	54.38
Alumbrado Público		3.67
Interés Compensatorio		0.20
Nota de Crédito Res. N° 115-118-2019-OS/CD		(0.01)
I.G.V.		11.26
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0084	0.88
Interés Moratorio		0.01
SUBTOTAL DEL MES		74.62
Ajuste sencillo mes anterior		0.08
Ajuste sencillo mes actual		0.00
TOTAL IMPORTES FACTURADOS		74.70

MENSAJES AL CLIENTE**Luz del Sur le desea
unas felices Fiestas Patrias**

✓ El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 2.09

ENCARGOS DE COBRANZA**TOTAL A PAGAR S/*********74.70****LISTADO DE INTERRUPCIONES**

16746967 07000000007470

FECHA DE EMISIÓN

05-JUL-2019

FECHA DE VENCIMIENTO

22-JUL-2019 **LUZ DEL SUR**

www.luzdelsur.com.pe

Impreso por Aleph R.U.C. 20258078048

LUZ DEL SUR S.A.A.
AV. CANVAL Y MOREYRA 380 SAN ISIDRO - LIMA
RUC 20331898008

674696

CONJ.RES.HEROES DE SAN JUAN Y MIRAFLORES
BLOCK 3 INT SSGG URB HEROES DE SAN JUAN Y MIRAFLORES VI
ETAPA
SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA
001646

Recibo Nro. 234138299 R.U.C. 20507180265 N - BV-27757

Ruta 02-401-5070 Medidor Nro. 006861421 S - 0500

DATOS DEL SUMINISTRO

Tarifa	BT5B Residencial
Conexión	Subterránea C2.1
Sector Típico	1 (SE0133)
Potencia Contratada	4.20 KW
Nivel Tensión	220 V
Medidor	TRIFÁSICO Electrónico 3 Hilos

DETALLE DEL CONSUMO

Lectura Actual	9155.40 (04/12/19)
Lectura Anterior	9010.00 (04/11/19)
Diferencia lecturas	145.40
Factor del medidor	1
Consumo a facturar	145.40 kW.h

HISTORIA DE CONSUMO

MENSAJES AL CLIENTE

Luz del Sur les desea una Feliz Navidad, y un nuevo año de esperanza y unión entre todos los peruanos.

✓ El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 2.96

DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS

Mes Facturado **DICIEMBRE 19**

Descripción	Precio Unit.	Importe
Cargo Fijo		2.73
Mant. y Reposición de Conexión		1.46
Consumo de Energía	0.5377	78.18
Alumbrado Público		5.21
Interés Compensatorio		0.13
I.G.V.		15.78
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0084	1.22
SUBTOTAL DEL MES		104.71
Devolución		(0.05)
Ajuste sencillo mes anterior		0.06
Ajuste sencillo mes actual		(0.02)
TOTAL IMPORTES FACTURADOS		104.70

ENCARGOS DE COBRANZA

Pagos en Línea >>

Regístrate en nuestra oficina virtual www.luzdelsur.com.pe o descarga nuestra App.

App Luz del Sur
Descarga gratis nuestra aplicación móvil
de forma fácil y segura.

Chat
Lunes a sábado
de 8:00 a.m. a 6:00 p.m.

Correo electrónico:
teneluz@luzdelsur.com.pe

FONOLUZ
1617-5000

ANEXO 7:

Datos del edificio para la
simulación en el software EDGE
versión 2.1.5

PERCY ISIDORO HUAMANI ZEGARRA

CA LOS ALAMOS S/N Block 3 Piso 5 Dpto. 504
Conj. Res. HEROES DE SAN JUAN SAN JUAN DE MIRAFLORES LIMA
129-0160 - 1164435

018920

RUC: 2050375814 | Recibo de Distribución de Gas Natural N°

5001-15084846

N° de cliente para
consultas y pagos

333765

Cálidda a tu servicio:

Aló Cálidda
614 9000

1808

www.calidda.com.pe

App Cálidda

Regístrate en la Oficina Virtual y accede a:

Tu Crédito Cálidda
para financiar tus
productos de elección

S/ 4577

PRODUCTOS EXCLUSIVOS EN
Aló Cálidda 614-9000

Centros de Servicio al Cliente y Tienda Virtual

Disfruta nuevas recetas en
tu cocina Dubai Deluxe

5 hornillas + Punto de Gas Natural

sole

Financiamiento por Tienda
Virtual con un 10% de
descuento adicional

S/ 59.18

precio regular: S/ 65.94

¡Incluye gas natural y mantenimiento al horno!

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Alto Medio Bajo

Historial de consumo

Consumiendo Gas Natural has dejado de gastar aproximadamente **S/ 188**

Tenemos un mensaje importante para ti:

Atiende al correo digital a través de nuestros 3 canales: Aló Cálidda 614-9000, Oficina Virtual y Centros de Servicio al Cliente.

Fecha de siguiente lectura de medidor: 19.05.2021

El Gas Natural contribuye a que respiremos un aire más limpio.
Con tu consumo de Gas Natural has evitado la emisión de
5.89 Kg de CO₂ en el ambiente, que equivale al CO₂ que
absorben 11 árboles en un mes.

Detalle de consumo

Importe	Unidad
Medidor Anterior: 1.38 (17.03.2021)	
Medidor Actual: 1.30 (19.04.2021)	
Volumen Consumido a Condiciones de Lectura	25.53 m ³
Factor de Corrección del Volumen	1.0000
Volumen a Condiciones Estándar	25.53 m ³
Volumen Facturado	25.53 m ³
Poder Calorífico Superior Promedio del Gas Natural	0.0388889 GJ/m ³

Su consumo del mes equivale a aprox a 1.7 toneladas de OLP de 10kg (2).

Tarifas aplicadas

Importe	Unidad
Tipo de Usuario	Regulado
Tipo de Tarifa	CAT-A1
Categoría Tarifaria	Gas Natural
Precio Medio del Gas Natural pagado por el Distribuidor al Productor	0.4710 S/ / m ³
Servicio de Transporte	0.4753 S/ / m ³
Costo Medio del Transporte*	0.249786 S/ / m ³
Servicio de Distribución	0.0621 S/ / m ³
Distribución Variable	0.074300 S/ / m ³
Comercialización Fijo	2.0180 S/ / mes

* Incluye recargo FISE (Ley 28852).

Detalle de facturación

Consumo del Periodo	S/ 33.35
Gas Natural	10.94
Servicio de Transporte	4.88
Servicio de Distribución	15.68
Comercialización Fijo	2.04
Costo de Financiamiento	34.99
Financ. Interés: 61173653 - Amortización Cuota S2 de S6	26.54
Saldo S/ 397.29 (no afecto a IGV)	5.87
Financ. 61173653 - Interés Cuota S2 de S6	3.49
Quota Cuota S2 de S6 Saldo S52.29 (no afecto a IGV)	0.23
Otros Conceptos	0.13
Interés Compensatorio	39.32
Interés Moratorio de Financiamiento (no afecto a IGV)	26.16
Subtotal Conceptos No Afectos a IGV	7.08
Subtotal Conceptos No Afectos a IGV	75.56
Impuesto General a las Ventas 18%	0.04
Total Facturado en el Mes	
Redondeo mes anterior	

Monto Total a Pagar: S/ 75.60

SON: SETENTA Y CINCO CON 00/100 SOLES

Gas Natural de Lima y Callao S.A.
Calle Manabí 1401 C.C. 4 Surco (Vista al Sur) Lima - Callao
Código de registro según RUC: 2050375814
www.calidda.com.pe

Fecha de Emisión: 24/04/2021
Suministro: CA LOS ALAMOS S/N Block 3 Piso 5 Dpto. 504 / Conj. Res. HEROES DE SAN JUAN SAN JUAN DE MIRAFLORES LIMA

Financia tu nuevo gasodoméstico a través de la Tienda Virtual Cálidda y ahorra hasta un 20% en productos seleccionados!

- Beneficios:**
  - Si ingreses ningún medio de pago, se carga directo a tu recibo una vez recibes el producto.
  - Hasta 20% de descuento en productos seleccionados.
  - Garantía de 1 año en todos los productos.
  - Delivery gratis a tu domicilio.
  - Financia hasta en 96 cuotas.

Aplica solo para titular del suministro que cumple con los requisitos del financiamiento y se encuentra 100% al día en sus pagos. Promoción válida para financiamientos a través de la Tienda Virtual Aló Cálidda y Centros de Servicio al Cliente. Consiste en el descuento de hasta S/ 15000 que será otorgado sujeto a evaluación previa. Válido del 01/03/2021 al 31/03/2021 o hasta agotar stock de 100 unidades. Cuotas de hasta 96 meses con TCEA de 32%. Cuota no incluye IVA de interés. Para más información visita www.calidda.com.pe.

Promedio mensual de temperatura exterior (Lehius)			
Por defecto	Entrada de usuario	Por defecto	Entrada de usuario
Combustible para el calentamiento de agua Electric/Resistance	Combustible para el calentamiento de agua Gas natural ▼	Ene. 22.5	Ene. 23
Combustible utilizado para la calefacción Electricity	Combustible utilizado para la calefacción Electricidad ▼	Feb. 23.2	Feb. 23.5
Costo de la electricidad (\$/kWh) 0.40	Costo de la electricidad (\$/kWh) 0.52	Mar. 23.1	Mar. 23.5
Costo del combustible diésel (\$/L) 1.80	Costo del combustible diésel (\$/L)	Abr. 20.9	Abr. 21.5
Costo del GLP/Gas Natural (\$/L) 1.86	Costo del GLP/Gas Natural (\$/L)	Mayo 19.2	Mayo 19
Costo del agua (\$/kL) 3.21	Costo del agua (\$/kL) 1.6	Jun. 18.5	Jun. 19
Emisiones de CO ₂ g/kWh de electricidad (genio)		Jul.	Jul.

Detalles del Proyecto
▼

Detalles del subproyecto
▼

Datos de servicios públicos del edificio
^

Consumo anual medido de electricidad (kWh/año)
3280.2

Índice de rendimiento energético de edificio existente (kWh/m²/año)
1.86

Consumo anual medido de agua (m³/año)
5142.85

Índice de consumo de agua de edificio existente (kL/Mes/Unidad/Vivienda)
21.43

Consumo anual medido de gas natural (m³/año)

Consumo anual medido de diésel (kL/Año)

Promedio anual medido de CO₂ (kg/año)

ANEXO 8:

Datos de los accesorios para la
simulación en el software EDGE
versión 2.1.5

Energy Efficiency Measures

Choose energy efficiency measures to achieve savings of at least 20%.

23.95% Meets EDGE Energy Standard

00

☐	HME01* Reduced Window to Wall Ratio - WWR of 15%	
☐	HME02 Reflective Paint/Tiles for Roof - Solar Reflectivity (albedo) of 0.7	
☒	HME03 Reflective Paint for External Walls - Solar Reflectivity (albedo) of 0.7	Upload Document(s) Calculator
	SR	0.7
☐	HME04 External Shading Devices - Annual Average Shading Factor (AASF) of 0.51	
☐	HME05 Insulation of Roof : U-value of 0.45	
☐	HME06 Insulation of External Walls : U-value of 0.46	

Energy Efficiency Measures

Choose energy efficiency measures to achieve savings of at least 20%.

23.95% Meets EDGE Energy Standard

00

☐	HME15 Energy-Efficient Refrigerators and Clothes Washing Machines	
☒	HME16 Energy-Saving Light Bulbs - Internal Spaces	Upload Document(s)
☒	HME17 Energy-Saving Light Bulbs - Common Areas and External Spaces	Upload Document(s)
☐	HME18 Lighting Controls for Common Areas and Outdoors	
☐	HME19 Solar Hot Water Collectors - 50% of Hot Water Demand	
☒	HME20 Solar Photovoltaics - 25% of Total Energy Use	Upload Document(s)
	% of Annual Electricity Use	25
	Capacity kWp/Unit	0.3

ANEXO 9:

Cálculo de metros cuadrados de
superficie a cubrir con pintura
reflectiva (paredes externas)

	Cant.	Und
Altura de Piso	2.6	m
Altura de ventanas	1.44	m
Longitud total de pared	29.58	m
Area piso 1	153.816	m ²
Para 5 pisos	769.08	m ²
Longitud total de ventanas	10.4	m
Area de ventanas piso 1	29.952	m ²
Para 5 pisos	149.76	m ²

Area externa a pintar	619.32	m²

ANEXO 10:

Formulario para la validación de
juicio de expertos

UPC
 Universidad Peruana
 de Ciencias Aplicadas

JUICIO DE EXPERTO USADO EN EL PROYECTO DE TESIS

TITULO DE TESIS:	"Propuesta de plan de mejora en la gestión de agua y energía para la mitigación de Impactos Ambientales en edificios multifamiliares existentes de cinco pisos basado en recomendaciones EDGE. Caso: Block 03 – Condominio Héroes de San Juan y Miraflores"
ASESOR DE TESIS:	Carrera Cabrera, Elsa
AUTORES:	Lovera Cabrera, Luciana Sofía Quispe Catari, Ouear Owen

DATOS DEL EXPERTO EVALUADOR

APELLIDOS Y NOMBRE:	
PROFESIÓN:	
ESPECIALIDAD:	

EVALUACIÓN DE LA SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE EDGE BUILDINGS

Recomendaciones EDGE desarrolladas	Puntaje (1 - 10)*	Observaciones o recomendaciones
Medidas de eficiencia en el consumo del agua		
1. Ducha de bajo flujo		
2. Grifos de bajo flujo para lavabos		
3. Grifos de cocina eficientes con el agua		
4. Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas grises		
Medidas de eficiencia energética		
1. Pinturas reflectivas para paredes externas		
2. Bombillas ahorradoras de energía		
3. Energía solar fotovoltaica		

_____
 Firma y/o sello

*Puntaje de la propuesta de implementación:

1: No es aplicable al edificio en estudio.

5: Se puede aplicar en el edificio, pero sus resultados no serán los óptimos

10: Se puede aplicar de forma adecuada al edificio con resultados favorables a la disminución de consumo

ANEXO 11:

Juicio de Experto - Arq. Eduardo
Rafael Escalante Ormeño –
Especialista EDGE

UPC
Universidad Peruana
de Ciencias Aplicadas

JUICIO DE EXPERTO USADO EN EL PROYECTO DE TESIS

TITULO DE TESIS:	"Propuesta de plan de mejora en la gestión de agua y energía para la mitigación de Impactos Ambientales en edificios multifamiliares existentes de cinco pisos basado en recomendaciones EDGE. Caso: Block 03 – Condominio Héroes de San Juan y Miraflores"
ASESOR DE TESIS:	Carrera Cabrera, Elsa
AUTORES:	Lovera Cabrera, Luciana Sofía Quispe Catari, Ouear Owen

DATOS DEL EXPERTO EVALUADOR

APELLIDOS Y NOMBRE:	Escalante Ormeño Eduardo Rafael
PROFESIÓN:	Arquitecto
ESPECIALIDAD:	EDGE Expert

EVALUACIÓN DE LA SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE EDGE BUILDINGS

Recomendaciones EDGE desarrolladas	Puntaje (1 - 10)	Observaciones o recomendaciones
Medidas de eficiencia en el consumo del agua		
1. Ducha de bajo flujo	10	Contribuye a los resultados obtenidos en la simulación
2. Grifos de bajo flujo para lavabos	8	Contribuye a resultados de simulación. Agregar aparatos sanit.
3. Grifos de cocina eficientes con el agua	9	Buena selección para llegar al caso mejorado en simulación
4. Sistema de tratamiento y reciclaje de aguas grises	9	Datos de la simulación son adecuados.
Medidas de eficiencia energética		
1. Pinturas reflectivas para paredes externas	8	Buena medida. Asegurar eficiencia energética.
2. Bombillas ahorradoras de energía	10	Muy buena recomendación. Utilizar CFL, TS o LED (mínimo)
3. Energía solar fotovoltaica	9	Buena medida para asegurar eficiencia energética.

Firma y/o sello

Eduardo Escalante Ormeño
Arquitecto

EDGE Expert GP2-PER-210524-1105