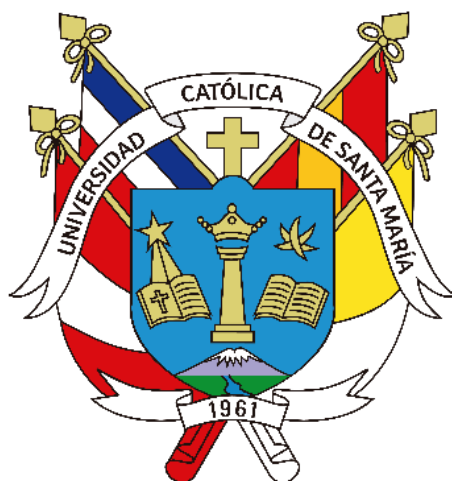


Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura, Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE SOSTENIBILIDAD PARA EL PABELLÓN F DEL
CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA DE
ACUERDO A LA CERTIFICACIÓN LEED: OPERACIONES Y MANTENIMIENTO V4**

Tesis presentada por los Bachilleres

Calderón Sanz, Ana Paula

González Cueva, Brian Brent

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Ambiental

Asesor:

Mg. Delgado Alvarado, Gustavo Alonso

Arequipa – Perú

2023

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA AMBIENTAL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 23 de Octubre del 2022

Dictamen: 000883-C-EPIA-2022

Visto el borrador del expediente 000883, presentado por:

2014800632 - CALDERON SANZ ANA PAULA

2012204861 - GONZALEZ CUEVA BRIAN BRENT

Titulado:

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE SOSTENIBILIDAD PARA EL PABELLÓN F DEL CAMPUS CENTRAL
DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA DE ACUERDO A LA CERTIFICACIÓN LEED:
OPERACIONES Y MANTENIMIENTO V4**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**2100 - DELGADO ALVARADO GUSTAVO ALONSO
DICTAMINADOR**



**3124 - CAMPOS OLAZAVAL LIZBETH MARIANELLA
DICTAMINADOR**



**3196 - CHANOVE MANRIQUE ANDREA MARIETA
DICTAMINADOR**



ELABORACIÓN DE UN PLAN DE SOSTENIBILIDAD PARA EL PABELLÓN F DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA DE ACUERDO A LA CERTIFICACIÓN LEED: OPERACIONES Y MANTENIMIENTO V4

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unab.cl

Fuente de Internet

1%

2

repositorio.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

rd.udb.edu.sv:8080

Fuente de Internet

1%

4

issuu.com

Fuente de Internet

1%

5

aprenderly.com

Fuente de Internet

1%

6

revistas.unal.edu.co

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Apagado		

Dedicatorias

Dedico el siguiente proyecto a mi familia, a mis padres que siempre estuvieron apoyándome durante todo este proceso y me enseñaron a superarme, y a mi hermana que me supo ayudar en los momentos que más necesitaba de ella. Ellos me motivaron constantemente a poder perseguir mis sueños y seguir adelante

Bach. González Cueva Brian Brent

Dedico este proyecto a mi madre que siempre estuvo a mi lado y hoy desde el cielo continúa dándome fuerzas para continuar y ser cada día mejor, a mi padre que siempre estuvo apoyándome y motivándome a seguir adelante y cumplir mis metas en la vida y a mi hija y esposo que hoy hacen que mi vida sea mejor.

Bach. Calderón Sanz Ana Paula

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme brindado una familia maravillosa quienes me enseñaron a que siempre debo de superar mi limites, han creído siempre en mí y me han ayudado a superar las diversas dificultades, a mi novia ahora esposa que siempre estaba dándome ánimos y a mi compañera y amiga que siempre ha tenido la paciencia y la dedicación para poder sacar adelante este logro

Bach. González Cueva Brian Brent

Agradezco a Dios por permitirme cumplir una meta más en mi vida, a mis papa por ser mi apoyo incondicional y a mi mama que desde el cielo cada día me dice que si se puede, ellos son mi motivación junto a mi pequeña Ariadna y mi esposo y Annie que siempre estuvo ahí como mi consejera de vida y tesis.

Bach. Calderón Sanz Ana Paula



INDICE GENERAL

Resumen.....	1
Abstract	3
Introducción	4
Capitulo I: Planteamiento Del Problema.....	6
1.1. Problemática De La Investigación.....	7
1.2. Justificación	10
1.2.1. Ambiental	10
1.2.2. Social	11
1.2.3. Económica	13
1.2.4. Tecnológica	13
1.2.5. Institucional	14
1.3. Objetivos De La Investigación	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos	16
Capitulo II: Fundamento Teórico.....	17
2.1. Antecedentes De La Investigación	18
2.2. Marco Teórico	26
2.2.1. Construcciones Sostenibles	26
2.2.2. Edificaciones Ecoeficientes	27
2.2.3. Certificaciones Internacionales	30

2.2.3.1.	Leed (Leadership In Energy & Environmental Design).....	31
2.2.3.2.	Edge (Excellence In Design For Greater Efficiencies).....	32
2.2.4.	Certificación Leed Para Edificios Existentes: Operaciones Y Mantenimiento	35
2.2.5.	Edificaciones Ecoeficientes Universitarias.....	37
2.3.	Marco Legal.....	41
Capitulo III: Metodología Propuesta.....		44
3.1.	Tipo Y Nivel De Investigación.....	45
3.2.	Métodos De Investigación	45
3.2.1.	Diagnóstico De Sostenibilidad De La Edificación Del Pabellón F Del Campus Central De La Universidad Católica De Santa María.....	45
3.2.2.	Identificación De Las Medidas De Sostenibilidad Para La Edificación Del Pabellón F Del Campus Central De La Universidad Católica De Santa María.....	48
3.2.3.	Descripción Del Comportamiento Esperado De La Edificación Al Implementar Las Medidas De Sostenibilidad En El Pabellón F Del Campus Central De La Universidad Católica De Santa María En Cuanto Los Aspectos Ambientales, Sociales Y Económicos	49
3.2.4.	Diseño De Un Modelo Virtual Del Pabellón F Con Las Medidas De Sostenibilidad Planteadas	49
Capítulo IV: Resultados Y Discusión		50
4.1.	Diagnóstico De Sostenibilidad De La Edificación Del Pabellón F Del Campus Central De La Universidad Católica De Santa María.....	51
4.1.1.	Antecedentes Estructurales.....	51
4.1.2.	Diagnóstico Del Consumo Energético.....	56
4.1.3.	Diagnóstico Del Consumo De Agua.....	57
4.1.4.	Diagnóstico De La Generación De Residuos Solidos	61
4.2.	Identificación De Las Medidas De Sostenibilidad Para La Edificación Del Pabellón F Del Campus Central De La Universidad Católica De Santa María.....	63

4.2.1.	Ubicación Y Transporte.....	63
4.2.2.	Parcelas Sostenibles.....	67
	Prerrequisito: Gestión Del Agua De Lluvia.....	67
	Prerrequisito: Reducción De Las Islas De Calor	68
	Prerrequisito: Reducción De La Contaminación Lumínica	74
	Propuesta 1 De Mejora De Categoría Contaminación Lumínica.....	78
	Propuesta 2 De Mejora De Categoría Contaminación Lumínica.....	81
	Prerrequisito: Gestión De La Parcela: Mejora Del Sitio.....	85
4.2.3.	Eficiencia Del Agua.....	88
4.2.4.	Energía Y Atmósfera	93
4.2.5.	Materiales Y Recursos.....	97
	Prerrequisito: Política De Compras Sostenible.....	97
	Prerrequisito: Política De Renovación Y Mantenimiento De Instalaciones	100
	Prerrequisito: Desempeño De Residuos	103
4.2.6.	Calidad Del Ambiente Interior	108
	Prerrequisito: Calidad Del Aire Interior	108
	Prerrequisito: Control Del Humo De Tabaco	110
	Prerrequisito: Limpieza Sostenible	110
	Prerrequisito: Gestión Integrada De Plagas	111
4.2.7.	Innovación Y Prioridad Regional	113
	Prerrequisito: Innovación En Operaciones:	113

Profesional Acreditado Leed.....	113
4.2.8. Discusión	116
4.3. Descripción Del Comportamiento Esperado De La Edificación Al Implementar Las Medidas De Sostenibilidad En El Pabellón F Del Campus Central De La Universidad Católica De Santa María En Cuanto Los Aspectos Ambientales, Sociales Y Económicos.....	117
4.3.1. Ubicación Y Transporte.....	117
4.3.2. Parcelas Sostenibles.....	118
4.3.3. Eficiencia Del Agua.....	123
4.3.4. Energía Y Atmósfera	125
4.3.5. Materiales Y Recursos	129
4.3.6. Calidad Del Ambiente Interior (Aire Interior) 4.3.6.1.	131
4.3.7. Innovación Y Prioridad Regional/Profesional Acreditado Leed	135
4.3.8. Discusión	137
4.4. Diseño De Un Modelo Virtual Del Pabellón F Con Las Medidas De Sostenibilidad Planteadas	139
4.4.1. Discusión	143
5.3. Conclusiones.....	145
5.4. Recomendaciones	147
Capitulo Vi: Referencias	149
Anexos	159

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de aspectos de diseño de un edificio convencional y un edificio ecoeficiente.....	29
Tabla 2. Comparación de LEED y otros mecanismos de certificación ambiental.	34
Tabla 3. Desarrollo de las categorías del Sistema de Calificación LEED.	36
Tabla 4. Distribución del puntaje de Certificación LEED v4 O+M.....	37
Tabla 5. Uso de los ambientes del Pabellón F.....	52
Tabla 6. Ocupación del Pabellón F- UCSM.....	54
Tabla 7. Ocupación del Pabellón F.	55
Tabla 8. Consumo energético por área del Pabellón F- UCSM.	57
Tabla 9. Gasto Mensual del consumo de agua.	58
Tabla 10. Conteo equivalente de tiempo completo.	58
Tabla 11. Accesorios sanitarios del Pabellón F.....	59
Tabla 12. Flujo, descarga y tasas de referencia de accesorios sanitarios.	60
Tabla 13. Consumo Diario (gal).....	61
Tabla 14. Generación de residuos sólidos.	62
Tabla 15. Generación per Cápita.	63
Tabla 16. Plan de Manejo sobre el uso del transporte.....	65
Tabla 17. Plan de Manejo sobre el uso del transporte.....	66
Tabla 18. Distribución de áreas del Pabellón F.....	68
Tabla 19. Materiales para un techo verde.....	71
Tabla 20. Propuesta de especies para Techo Verde.	71
Tabla 21. Presupuesto Techos Verdes.....	72
Tabla 22. Descripción de Luminarias instaladas.....	79

Tabla 23. Presupuesto de cambio de luminarias.	81
Tabla 24. Presupuesto implementación de luminarias solares.	85
Tabla 25. Propuesta de Plan de Sostenibilidad y Sustentabilidad para el pabellón F de la Universidad Católica de Santa María.	86
Tabla 26. Presupuesto de implementación de Mejora de sitio.	87
Tabla 27. Presupuesto de instalación de accesorios sanitarios.	92
Tabla 28. Presupuesto de implementación.	96
Tabla 29. Presupuesto estudio de factibilidad para sistema fotovoltaico.	97
Tabla 30. Presupuesto para materiales y recursos.	100
Tabla 31. Presupuesto de la implementación.	102
Tabla 32. Contenedores de residuos en el pabellón F.	104
Tabla 33. Plan de Manejo sobre segregación de residuos.	105
Tabla 34. Presupuesto de la implementación.	105
Tabla 35. Presupuesto de implementación para el manejo de residuos sólidos.	108
Tabla 36. Presupuesto de implementación medidas de calidad interior.	110
Tabla 37. Plan de manejo integrado de plagas.	112
Tabla 38. Plan de manejo de plagas.	113
Tabla 39. Presupuesto para considerar un Profesional acreditado.	115
Tabla 40. Costos indirectos sistema energético.	122
Tabla 41. Ahorro de consumo de agua.	124
Tabla 42. Ahorro económico de agua.	125
Tabla 43. Costos de operación de luminarias.	127

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre Desarrollo Sostenible y Construcción Sostenible.....	27
Figura 2. Ubicación del pabellón F en el campus central de la UCSM.	51
Figura 3. Ocupación de visitantes a laboratorios	55
Figura 4. Comparación residuos sólidos generados.	62
Figura 5. Transporte utilizado por usuarios del Pabellón F.	64
Figura 6. Control del flujo luminoso de proyectores.	75
Figura 7. Ángulos de inclinación de las luminarias.	75
Figura 8. Ángulos de inclinación de proyectores.....	76
Figura 9. Protección de luminarias exteriores.....	76
Figura 10. Angulo de inclinación respecto a la horizontal.....	77
Figura 11. Apertura de la luz.....	77
Figura 12. Luminaria solar/ Atlas 50 W.....	83
Figura 13. Luminarias solares/ Halo 50 W.	84
Figura 14. Inodoros de alta eficiencia Cadet Pro (American Standard).	89
Figura 15. Urinarios Sloan 8186-0.125.....	90
Figura 16. Instalación de aireadores para grifos.	91
Figura 17. Accesorios para grifos de lavamanos y laboratorio.	91
Figura 18. Distribución de equipos con consumo eléctrico.	93
Figura 19. Consumo energético de equipos de pabellón F.	94
Figura 20. Hermético LED 18w Luz Fría – Ledvance.....	95
Figura 21. Maquina Ecoven.	107
Figura 22. Fachada principal del pabellón F.	140
Figura 23. Vista nocturna del pabellón F.	140

Figura 24. Vista auditorio Santa María.	141
Figura 25. Techos verdes.	141
Figura 26. Tachos RRSS colores actualizados.....	142
Figura 27. Ubicación maquina Reverse Vending Recycle.....	142



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Consumo energético de los equipos del pabellón F.**¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 2. Estándares UPC para accesorio de plomería interna. 179

Anexo 3. Encuestas al personal sobre medios de transporte..... 180

Anexo 4. Datos de temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial de la ciudad de

Arequipa. 180



RESUMEN

El siguiente trabajo busca lograr que la Universidad Católica de Santa María se convierta en una edificación sostenible, que le permita hacer un máximo aprovechamiento de sus recursos ambientales y económicos, para lograrlo se utilizó como base la categorización del sistema de evaluación LEED: Operaciones y mantenimiento V4 la cual es una herramienta que nos proporciona los lineamientos a seguir para poder implementar estrategias sostenibles en una edificación, se tomó en cuenta dicho sistema y se dio propuestas específicas para lograr eventualmente la certificación de la Universidad Católica de Santa María.

El trabajo se desarrolló en el Pabellón F de la Universidad Católica de Santa María, primero se evaluó la condición actual del mismo en cuanto su consumo de electricidad, agua y cantidad de ocupantes que tiene el edificio para así poder realizar una propuesta de adecuación operativa que permita mejorar su desempeño e incrementar su sostenibilidad. Los criterios tomados en cuenta fueron transporte, parcelas sostenibles, energía y atmósfera, consumo de agua, materiales y recursos y por último la calidad interior. Dentro de las medidas propuestas más resaltantes se puede mencionar el cambio de accesorios sanitarios con lo que se puede lograr un ahorro del 40% de consumo de agua, en segundo lugar se propone de igual manera el reemplazo de equipos energéticos por ahorradores que permitiría obtener un 50% de ahorro, por otro lado se propone la implementación de un techo verde y mejoramiento de las áreas verdes ya presentes en la edificación, estas medidas permiten disminuir las consecuencias producidas por las islas de calor, escorrentías y consumo de agua por temas de mantenimiento.

Se tuvo como resultados que de implementar dichas medidas se podría lograr un ahorro del 40% del uso del recurso hídrico, un 50% del consumo energético que se verían reflejados en ahorros económicos, beneficios ambientales y sociales.

Palabras clave: Certificación LEED, recursos hídricos, recursos energéticos.



ABSTRACT

The following work seeks to achieve that the Catholic University of Santa Maria becomes a sustainable construction, which is essential to make maximum use of its environmental and economic resources, to achieve this, the categorization of the LEED evaluation system was used as a basis: Operations and maintenance V4 which is a tool that provides us with the guidelines to follow in order to implement sustainable strategies in a building, said system was taken into account and specific proposals were given to eventually achieve the certification of the Catholic University of Santa Maria,

It was decided to develop the work in Pavilion F of the Catholic University of Santa María evaluating its current condition in terms of its consumption of electricity, water and number of occupants in the building in order to make an operational adaptation proposal that allows improving its performance and increase its sustainability. The criteria that were taken into account were transport, sustainable plots, energy and atmosphere, consumption of water, materials and resources, as well as interior quality.

The results were that by implementing these measures, a saving of 40% in the use of water resources could be achieved, 50% of the energy consumption that would be reflected in economic savings, environmental and social benefits.

Keywords: LEED Certification, Water Resources, Energy Resources.

INTRODUCCIÓN

Los edificios verdes son un conjunto de técnicas de diseño y acciones que permiten que las actividades que se desarrollan en estas construcciones desde su concepción hasta el fin de su ciclo de vida no tengan un impacto negativo en el medio ambiente. De acuerdo con el uso y funcionalidad de estos espacios toda construcción podría llegar a generar emisiones de gases y sustancias tóxicas, generar contaminación de ruido, vibraciones excesivas, un clima interior excesivo e incluso podrían representar un peligro en caso de situaciones de emergencia como sismos, incendios u otros (Moreno & Montilla, 2010).

El objetivo de este concepto de edificaciones es optimizar el uso de sus recursos, principalmente el agua y energía garantizando el confort de los ocupantes de estos espacios y del mismo modo disminuir la cantidad de residuos que se puedan generar a lo largo de su ciclo de vida. Las construcciones que cumplen con estos estándares son consideradas como edificaciones sostenibles. Estos edificios son reconocidos y certificados bajo diferentes sistemas, el más utilizado a nivel internacional es el sistema de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED por sus siglas en inglés), desarrollado por el Consejo de Edificios Verdes de los Estados Unidos (USGBC) que mediante la evaluación del desempeño de las edificaciones en cinco áreas clave que son ubicación y transporte, ahorro de agua, eficiencia energética, selección de materiales y calidad ambiental interior busca realzar la sostenibilidad de cada proyecto considerando la evaluación de los mismos a lo largo de todo su ciclo de vida desde su concepción hasta una posible demolición. En la actualidad se vienen promoviendo diferentes programas enfocados en la construcción sostenible, así como la implementación de medidas de sostenibilidad en edificaciones ya construidas, sin embargo, es necesario mencionar que ningún proyecto podrá lograr sus objetivos sin la participación de la población. Por lo tanto, es necesario crear un compromiso

medioambiental en cada uno de nosotros para poder hacer que estas medidas se mantengan en el tiempo. Las universidades son espacios donde las personas aún están en un proceso de aprendizaje por lo tanto es necesario reafirmar la importancia de la educación para la sustentabilidad y la necesidad de considerar aspectos sociales, económicos y ambientales dentro del desarrollo de sus actividades cotidianas (Lopera et al., 2023). Las medidas de sostenibilidad implementadas en las edificaciones con el compromiso de las personas harán que se logren los objetivos de desarrollo sostenible permitiendo garantizar un futuro saludable a las siguientes generaciones.





CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Problemática de la Investigación

Los edificios son estructuras que albergan pequeñas poblaciones de personas cuyas actividades de manera directa o indirecta tienen una repercusión en el Medio Ambiente y se puede considerar que desde su proyección hasta sus actividades de operación y mantenimiento son una fuente de contaminación. De acuerdo con Terán (2010) se estima que cada año se fabrica un metro cúbico de concreto por cada una de las siete mil millones de personas que habitan el planeta y este número incrementa cada año, por lo que los impactos en el medio ambiente aumentan de manera proporcional.

El funcionamiento de una edificación implica el uso de diversos recursos, se estima que la industria de la construcción utiliza regionalmente del 25 al 50% de los recursos naturales vírgenes que se consumen a nivel mundial al año (Terán, 2010). Los recursos más utilizados por las edificaciones principalmente son energía y agua, de acuerdo al Informe de Estado Global: hacia un Sector de Construcción y Edificios de Emisiones Cero, eficiente y resistente 2018, durante el año 2017 las edificaciones consumieron el 36% de la energía total del planeta, lo cual contribuyó con el 40% de emisiones de CO₂ relacionadas con la energía (Global ABC, 2018) y según estudios de Environmental Protection Agency (EPA) (2009), solo en Estados Unidos las edificaciones usan un 39% del total de la energía eléctrica del país, el 12% del consumo total de agua y el 68% del total del consumo de electricidad.

De acuerdo con el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del Sector Energía 2014, elaborado por el Ministerio del Ambiente (2014), en Perú para el año 2014 el sector energía emitió un total de 32,972 Giga gramos de CO₂eq, del cual el 27.4% correspondió al consumo de combustibles del sector industrias de la manufactura y construcción.

Otro de los impactos de las edificaciones al medio ambiente tiene relación con la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) principalmente del dióxido de carbono, a nivel mundial para el año 2009 se consideraba al cemento como la tercera fuente generadora de CO₂ lo que representa del 5 al 7% del total de las emisiones (Terán, 2010) y solo en Estados Unidos, el 38% de las emisiones de este gas fue emitido por las edificaciones presentes en el mencionado país (Environmental Protection Agency (EPA), 2009)

Como se mencionó las edificaciones tienen impactos negativos hacia el medio ambiente directos como los ya mencionados, pero también genera impactos indirectos, como por ejemplo, al reemplazar las superficies naturales por superficies impermeables se genera una escorrentía urbana que de acuerdo a la US EPA es la cuarta fuente de deterioro en ríos, tercera en lagos y segunda en estuarios (Villa, 2009), por otro lado las edificaciones en su conjunto generan las islas de calor que incrementan la temperatura de la zona afectando la salud de la población en general, no solo de aquellos relacionados directamente a la edificación sino a todas aquellas áreas cercanas a ellas.

En la actualidad el desarrollo de un país se ve enfocado principalmente en el crecimiento económico dejando de lado la limitada capacidad del medio ambiente para satisfacer la demanda de la población en términos de recursos naturales y la generación de residuos sólidos, es por eso que cada año se busca enfoques que adapten las exigencias de la producción y el consumo con prácticas amigables en el medio ambiente (Naredo, 2015). Por lo que actualmente también se vienen promoviendo las certificaciones internacionales para edificaciones verdes y en Perú las certificaciones más reconocidas son LEED, BREEAM, EDGE, estas certificaciones no solo están dirigidas para aquellos proyectos que recién se materializarán si no para aquellas que ya se encuentran construidas, más pueden adaptarse para adoptar medidas de sostenibilidad.

Del mismo modo, el funcionamiento de las universidades genera un impacto en el medio ambiente debido a las actividades que se realizan en ellas como: labores administrativas, de investigación, actividades de laboratorio y de las áreas de cafetería y; a su vez por la gran cantidad de personas que las albergan diariamente, ya sean estudiantes, empleados o visitantes. Las diversas actividades realizadas dentro del campus implican un gran consumo energético, de agua y a su vez generan cantidades considerables de residuos sólidos, y al no contar con estándares ecoeficientes y sistemas amigables con el ambiente, afecta a los estudiantes y los profesores debido a que presentan una calidad ambiental inferior producidas por el bajo confort acústico, una baja calidad lumínica y un mantenimiento muy poco adecuado de la infraestructura; a pesar de que las universidades han tomado responsabilidad en el manejo de sus recursos para garantizar un ambiente sano aun es necesario mejorar la cultura ambiental de sus poblaciones.

La Universidad Católica De Santa María tuvo un consumo promedio de 30 mil 582.66 metros cúbicos entre el año 2017 y 2018 (UCSM, 2023), lo que indica que se tiene un consumo de 2 mil 548.55 metros cúbicos mensuales lo equivalente a un consumo mensual promedio de 92 viviendas con un consumo promedio de 27.7 metros cúbicos de acuerdo al ICAA – LNA (2020), y junto a este consumo se mantiene un valor elevado de descargas de aguas residuales provenientes de los baños, de la cafetería, clínica odontológica y de los laboratorios; es por esto la importancia de implementar medidas de sostenibilidad como sistemas de ahorro de agua o recirculación de agua.

1.2. Justificación

1.2.1. Ambiental

Muchos de los edificios que se encuentran presentes en las diferentes instalaciones universitarias carecen de sistemas sostenibles, por lo cual siguen siendo una causa directa de contaminación del medio ambiente. Las construcciones que no cuentan con estándares sostenibles no contribuyen a la confortabilidad de los estudiantes que las utilizan diariamente, debido a que presentan una calidad ambiental deficiente, la cual es producida por el bajo confort acústico, térmico y una mala calidad lumínica (Bravo, 2013).

La implementación de medidas de sostenibilidad permite reducir el uso de energía, costos operativos, uso del agua y emisiones de carbono. Además, trabaja bajo un enfoque integrado hacia el diseño sustentable abordando problemas ambientales, financieros y la satisfacción de los ocupantes durante toda la vida útil del edificio bajo operaciones que estén de acuerdo con los estándares de sostenibilidad (U.S. Green Building Council., 2017). Tal como se menciona en el Objetivo 7 de Desarrollo Sostenible de Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna, actualmente el 60% de emisiones de gases de efecto invernadero son producidas por la generación de energía bajo métodos convencionales, las edificaciones sostenibles al utilizar menos energía eléctrica proveniente de fuentes renovables generan menos dióxido de carbono y de esta manera se disminuyen los efectos del Cambio Climático.

De acuerdo con Meoño (2015) más del 80% de aguas residuales generadas por actividades humanas son vertidas directamente a los cuerpos de agua de las ciudades sin recibir algún tipo de tratamiento, es por ello que al implementar medidas de reducción de consumo de agua potable y métodos de sostenibilidad reduciría el impacto que estas generan sobre el medio acuático y del

mismo modo se contribuiría con el Sexto Objetivo de Desarrollo Sostenible, Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, cuyas metas al 2030 son mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando vertidos de aguas residuales sin tratamiento en un 50% y así mismo lograr el uso eficiente de los recursos hídricos asegurando su sostenibilidad haciendo frente a la escasez de agua. Por otro lado, si se implementan medidas como techos verdes o jardines verticales, se estaría disminuyendo el efecto de Islas de Calor (Villa, 2009).

Uno de los beneficios de implementar medidas de sostenibilidad es que se toman en cuenta los recursos de la edificación desde su concepción hasta el culmino de su ciclo de vida lo que permite la disminución de la generación de residuos sólidos que tengan consecuencias negativas en su disposición final. Cada una de estas acciones contribuyen al desarrollo sostenible de la ciudad y en conjunto del país, colaborando así al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible que forman parte de la Agenda 2030, como el onceavo objetivo relacionado a las medidas de ecoeficiencia dirigidas a la construcción de Ciudades y Comunidades Sostenibles, cada iniciativa dirigida al desarrollo sostenible es una contribución a la construcción de un futuro brinde el beneficio de gozar a las futuras generaciones de los beneficios del presente.

1.2.2. Social

La implementación de medidas de sostenibilidad en el Pabellón F del Campus central de La Universidad Católica De Santa María permitirá mejorar la calidad de vida de los alumnos y los trabajadores, garantizando así los requisitos mínimos de confort y salubridad, brindando salud y bienestar a las personas relacionadas con la edificación, además al garantizar salud y bienestarse estaría asumiendo el compromiso del cumplimiento del tercer Objetivo de Desarrollo Sostenible, este confort se verá reflejado en la disminución de enfermedades, mejora de la productividad y

satisfacción, volviendo a las edificaciones más atractivas para la población.

Las edificaciones verdes traen beneficios para la calidad de vida de las personas que inciden en la edificación, estos están directamente relacionados con la salud, entre los cuales se tienen la reducción de enfermedades respiratorias, alergias, síndrome del edificio enfermo y enfermedades asociadas a la iluminación y sensación térmica, sin mencionar los ahorros asociados al tratamiento de dichas enfermedades (González et al., 2023).

Por otro lado, las universidades al ser consideradas pequeñas ciudades debido a las actividades que se desarrollan en ellas y la cantidad de personas que albergan de diferentes culturas, costumbres y hábitos, afrontan los mismos problemas que la ciudad en la que se encuentran, aunque a una escala diferente. En efecto, el realizar pilotos a pequeña escala en el campus universitario que podrían ser trasladados a otras instituciones de educación superior y otras edificaciones tanto gubernamentales como no gubernamentales de nuestra ciudad y otras ciudades del Perú, en base a metodologías que hayan tenido resultados positivos, podría ser el camino para que la ciudad resuelva muchos de sus problemas (Rivas, 2011).

Así mismo, contribuyen con el desarrollo de la sociedad ya que al utilizar menos recursos permiten que el sistema de energía eléctrica y agua potable pueda satisfacer la demanda en aquellas zonas que no cubría el servicio, lo cual permitiría cumplir el objetivo del estado de brindar el servicio básico de agua potable al 100% de la población y el sexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) de Agua limpia y saneamiento; manteniendo así el compromiso de la institución con la ciudad siendo impulsores del cambio hacia una sociedad sostenible dentro y fuera del campus.

1.2.3. Económica

La implementación de medidas de sostenibilidad en el Pabellón F del Campus central de La Universidad Católica De Santa María permitirá gestionar de manera óptima los recursos de la universidad disminuyendo los gastos que se realizan mensualmente ya sea en energía, consumo de agua potable u otros insumos, así como los gastos de operación y mantenimiento en el pabellón de estudio. Tal como muestran los resultados de los estudios realizados por U.S. *Green Building Council*, que muestran que la inversión para la implementación de medidas desostenibilidad en un edificio verde puede tener un retorno del 6.6% de dicho monto y a su vez tiene una reducción de costos de operación de un 8 a 9% citado en Londoño (2009). Por otro lado, los ahorros obtenidos en este pabellón servirán de modelo para aplicar la misma metodología en los otros pabellones que constituyen la Universidad Católica de Santa María y así constituir de manera íntegra una gestión óptima de todos sus recursos que se podría ver reflejada en ahorros económicos.

1.2.4. Tecnológica

La implementación de medidas sostenibilidad, con tecnología amigable con el ambiente permite disminuir el uso de los recursos de la universidad, de acuerdo a Londoño (2009) la implementación de estas medidas permite un ahorro en energía eléctrica entre 25 - 50%, gracias al aprovechamiento de la luz, cambio de luminarias y uso de equipos más eficientes, así como la disminución de consumo eléctrico en horas pico y mediante la evaluación del uso de energías renovables como la energía solar a través de paneles solares, así mismo la promoción de la instalación de fuentes de energía renovables y el uso de luminarias de bajo consumo forman parte de las metas propuestas para el séptimo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Energía Asequible y No Contaminante.

Por otro lado, la implementación de estrategias como la recolección de agua de lluvia (previa evaluación de factibilidad), implementación de baños secos o cambios de equipos por ahorradores

que consuman menos agua disminuyen un 40% del consumo de agua potable (Londoño, 2009).

1.2.5. Institucional

Las universidades se hallan en un ambiente competitivo y de constante mejora, viéndose en la necesidad de gestionar de forma eficiente y eficaz sus diferentes actividades y recursos, asegurando así la calidad de sus instituciones. Está comprobado que una institución ambientalmente responsable es rápidamente aceptada por la sociedad, brindando una imagen positiva de la institución generando una ventaja competitiva al distinguirse de otras universidades por su eficiencia en el uso de los recursos teniendo en cuenta el menor daño posible al medio ambiente (UNJBG, 2017). La Universidad Católica de Santa María es una empresa prestadora de servicios que no es ajena a este tema, pues se encuentra en una mejora constante con el fin de superarse cada año, a la fecha la universidad cuenta con la Certificación ISO 9001 lo cual la coloca dentro del selecto grupo de universidades con dicha certificación. A nivel nacional apenas el 15% de universidades tienen la certificación ISO 9001 (UCSM, 2020). No obstante, esta mejora también debe extenderse impulsando un desarrollo sustentable dentro del campus, para lo cual es necesario implementar acciones, planes o programas que conlleven a la preservación, restauración, conservación y uso sustentable del medio ambiente.

La universidad desde enero del año 2023 ha venido implementando un sistema de iluminación con luminarias Led de 18 watts de potencia, en uno de los pabellones del campus, lo cual permite ahorrar un 30% de energía utilizada en dicho pabellón y también se implementaron sensores de movimiento en los estacionamiento lo que permitió un ahorro del 40% de energía (UCSM, 2023) sin embargo, es necesario precisar que la eficiencia energética es solo un tema que debe ser abordado por las instituciones de educación superior; dentro de sus medidas de sostenibilidad deben incluirse también el manejo del recurso hídrico y su tratamiento, el manejo adecuado de residuos

sólidos y la mejora de la calidad de vida de todas aquellas personas que se encuentren relacionadas con la institución.

La implementación de estas medidas en el Pabellón F, servirá como un proyecto a pequeña escala que puede ser replicado en todos los pabellones de la universidad, lo que permitirá a la universidad ser reconocida frente a otras universidades obteniendo certificaciones tales como ISO 14001, LEED, o el distintivo otorgado por *International Sustainable Campus Network*, para Universidades Sostenibles que tiene el objetivo de incentivar la generación de espacios que generen cambios en su población dentro y fuera del campus, volviendo a la institución atractiva a nuevos mercados y alumnos no solo a nivel nacional sino internacional.

Este proyecto es importante porque ofrece oportunidades de mejora para la Universidad Católica de Santa María en cuanto a la gestión eficiente de sus recursos en base al diagnóstico de consumo agua y energía eléctrica, y a su vez brindará oportunidades de mejora relacionadas con la calidad de vida de sus estudiantes como en su compromiso con el medio ambiente. La implementación de propuestas de sostenibilidad no solo brindaría beneficios de prestigio si también permitiría un ahorro económico en cuanto al uso de los recursos.

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Elaborar un plan de sostenibilidad según la Certificación LEED: Operaciones y Mantenimiento v4 para el pabellón F del Campus Central de la Universidad Católica de Santa María.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico sobre la sostenibilidad de la edificación del Pabellón F del Campus central de La Universidad Católica De Santa María.
- Identificar medidas de sostenibilidad para la edificación del Pabellón F del Campus central de La Universidad Católica De Santa María y diseñar un Plan de Sostenibilidad.
- Describir el comportamiento esperado de la edificación al implementar las medidas de sostenibilidad en el Pabellón F del Campus Central de la Universidad Católica de Santa María en cuanto a los aspectos ambientales, sociales y económicos.
- Diseñar un modelo virtual del Pabellón F del Campus Central de la Universidad Católica de Santa María con las medidas de sostenibilidad planteadas.

CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO



2.1. Antecedentes de la Investigación

La implementación de medidas de sostenibilidad en edificaciones es un tema que se analiza desde hace muchos años, con la finalidad de evaluar su factibilidad y los beneficios que recibiría la edificación, es por eso que Bravo (2013) elaboro una propuesta de renovación ecoeficiente de edificios universitarios, en la que propuso medidas de ahorro energético, uso eficiente del recurso agua y calidad ambiental interior basándose en un previo diagnóstico del edificio R-3 de la Universidad Andrés Bello, campus República Memoria, Chile en función de los criterios de la certificación LEED-EB. Este diagnóstico permitió evaluar la situación actual en la que se encontraba dicho recinto. Las medidas propuestas concluyeron que se ahorraría el 51% de consumo de agua potable con el reemplazo de accesorios de grifería recuperando la inversión en un periodo de 4 años, para el ahorro energético se propuso el reemplazo de las luminarias fluorescentes lo que permitiría un ahorro del 18% del consumo de energía, por otro lado, también se evaluó el uso de paneles fotovoltaicos, lo que permitiría un ahorro del 24% de energía, sin embargo su implementación demanda una mayor inversión poco viable a corto plazo. Por último las medidas adoptadas para la calidad ambiental no son medibles en términos económicos más si en su contribución con el medio ambiente y la calidad de vida de los estudiantes. Este estudio nos permite concluir que el cumplimiento de estándares ecoeficientes se puede lograr sin realizar cambios significativos en una edificación, además las implementaciones de dichas propuestas significarían un ahorro económico para la institución.

Pinzón et al. (2014), exponen una investigación denominada “Implementación de indicadores energéticos en centros educativos. Caso de estudio: Edificio Alejandro Suárez Copete- Universidad Distrital Francisco José de Caldas”, el objeto de la investigación fue evaluar el consumo energético utilizado por las edificaciones ya que este recurso es el que tiene mayor impacto sobre el medio

ambiente, por lo cual se hace importante la necesidad de proponer medidas que mitiguen este impacto. Los autores, proponen la implementación de indicadores energéticos en edificios, permitiendo el control y reducción de pérdidas energéticas. Desarrollaron indicadores en dos tipos, por un lado, se propusieron indicadores de desempeño con parámetros como potencia activa, potencia de carga, desbalance de voltaje y corriente; estos parámetros permiten monitorear el consumo con el fin de evaluar la implementación de medidas de control o de mejoramiento y, por otro lado, indicadores de gestión que permite a la edificación compararse con otras instalaciones de similares características y así proponer medidas de mejora. Además, los indicadores que se plantearon se realizaron en cuatro niveles: indicadores de uso energético por piso, indicadores de consumo por equipos, indicadores para el establecimiento y por último indicadores de emisiones. Todos estos indicadores permiten comparar internamente el nivel de eficiencia y proponer mejoras que se realizan en las edificaciones y establecer metas de ahorro, implementando medidas y acciones correctivas en las instalaciones como en los hábitos de consumo.

Por otro lado, Córdoba et al. (2016), mencionó en su tesis “Análisis de conveniencia para la implementación de la auto sostenibilidad ambiental en la sede de la facultad de medio ambiente y recursos naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas” que hay aspectos e impactos ambientales generados a partir del funcionamiento de dicha edificación, determinándose que aquellos impactos de calificación significativa estaban relacionados con el consumo de agua, energía y generación de residuos sólidos, por lo cual se plantearon alternativas de solución, dentro de las cuales se encuentran: captación de aguas de lluvia, uso de paneles solares, iluminación LED, cubiertas verdes, entre otras. Estas medidas se adoptaron de acuerdo con la eficiencia que tuvo su aplicación en otras edificaciones. Los autores realizaron un análisis técnico ambiental y de costo beneficio de cada alternativa teniendo como resultado que la captación de agua de lluvia solo captaría un 2.5% del total de agua consumida por la facultad y se recuperaría la inversión en 80

años, por lo que invertir en ello no es relevante. Las medidas de ahorro de energía permitieron un ahorro del 90% y la inversión retornaría en un periodo de 6 años y por último se evaluó la alternativa de cubiertas verdes, la cual no tuvo una evaluación monetaria más los beneficios se evaluarán en la mejora de la calidad de vida de la población universitaria. Por lo que la implementación de alternativas autosostenibilidad tienen diversos beneficios para la población sin embargo es necesario evaluar su factibilidad sin perjuicio del desarrollo de las actividades cotidianas y sus gastos.

La implementación de medidas de ecoeficiencia tiene un objetivo que es mitigar los impactos ambientales generados por todas las edificaciones, esta implementación se hace en base diagnósticos previos como estudios de línea base, checklist brindados por las certificaciones o Guías de ecoeficiencia. Todas estas medidas se agrupan para tener efectos positivos en el medio ambiente y las instituciones las aplican mediante Planes o programas como lo hicieron Chavarría & Herrera (2017) en su trabajo sobre la preocupación ambiental en la Universidad de Costa Rica denominado, “Programa de Gestión Ambiental Institucional de la Universidad Nacional (PGA-UNA)”, impulsó la gestión ambiental integral y sustentable de los residuos, buscando la utilización adecuada de los recursos en las actividades de la Universidad Nacional para el fortalecimiento de la cultura ambiental, la sustentabilidad del campus universitario y sus áreas de impacto. La primera etapa se realizó en el periodo 2012-2016, en el que se realizó un diagnóstico ambiental para la Universidad evaluando los aspectos ambientales. A partir de este diagnóstico se priorizaron e implementan medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración de los impactos ambientales con lo que se logró revertir los impactos negativos en impactos positivos al entorno, disminuyendo la cantidad de emisiones de dióxido de carbono y de otros gases que aceleran el efecto invernadero, además sé que la institución tuvo una mejor imagen ante la sociedad.

Igualmente M. B. Rodríguez (2017) desarrollo una “Propuesta de adecuación operativa del edificio de la Facultad de Medicina en la Universidad de Costa Rica según el sistema de evaluación LEED: Operaciones y mantenimiento v4”. Realizó un diagnóstico del edificio en base a las disposiciones que propone el Sistema de Evaluación de LEED Operaciones y Mantenimiento v4, analizando los créditos de la certificación LEED, que promueven la adopción de buenas prácticas para el desarrollo de la construcción sostenible, se analizó la situación de cada crédito de acuerdo a la realidad de la Facultad de Medicina de la UCR y los criterios necesario para obtener la certificación, determinando aquellos que se podían implementar de acuerdo a su factibilidad para la Universidad. Luego de realizar el análisis se concluyó que la facultad podría obtener 75 puntos del sistema de evaluación obteniendo una Certificación Oro, sin embargo, implica una inversión muy elevada, se podría obtener la certificación por niveles e ir implementando de manera progresiva otras medidas de control de manera gradual. Del mismo modo se concluyó que la obtención de la certificación requiere de la participación integral de las diferentes unidades de la universidad para la implementación, procesos y evaluación de las medidas a implementar.

A nivel nacional también se realizaron investigaciones relacionadas con la implementación de medidas de ecoeficiencia como es el caso de Bustamante (2011) quien elaboro un estudio en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, denominado “Ecoeficiencia en la Universidad hacia un desarrollo sostenible”, en donde después de haber realizado un diagnóstico institucional sobre el uso de Energía en los diversos ambientes, las instalaciones sanitarias, el uso de agua potable para el consumo y para el riego de las áreas verdes, la generación de residuos sólidos, el consumo de papel, el reciclado de productos orgánicos e inorgánicos, concluyó que se debe de implementar el Plan de Acción: Medidas de Ecoeficiencia para el ahorro de papel, ahorro de energía, reducir el uso del agua, hacer una adecuada segregación y un óptimo reciclado de los residuos sólidos. Proponiendo la instalación de puertas traslucidas en las salas ubicadas en las oficinas centrales para

permitir el acceso de la luz natural. El piso debe de ser de un color claro para mejorar la reflectividad y reducir la cantidad de luz absorbida por el piso, las paredes y los techos deben ser de un color claro y presentar acabados lisos para reducir el total de la luz absorbida por estas superficies, así mejorar el aprovechamiento de la luz natural y realiza un ahorro de energía al reducir la cantidad de luz artificial necesaria para lograr el grado de iluminación.

La implementación de medidas de ecoeficiencia cada vez se vuelve un tema más relevante en la vida de la población, por lo que todas las instituciones se encuentran enfocadas en la evolución de este tema, entonces, entidades públicas como MINAM (2015), elaboraron “El informe Anual 2015 para Instituciones Públicas Ecoeficientes”. Donde se evaluó la implementación de las medidas de ecoeficiencia por las instituciones de Estado establecida en el D. S. N.º009-2009-MINAM, se observó que en los reportes anuales se muestra un incremento en el número de instituciones que reportan su implementación, dando resultados positivos debido al ahorro de consumo de agua, energía y papel. La implementación de las medidas de ecoeficiencia que las instituciones realizaron entre los años 2014 y 2015 obtuvieron un ahorro de 2 557 582,76 m³ y S/. 11 497 326,43 soles con una disminución de 30,01 % en consumo de agua; 25 323 672,60 kW/h y S/. 2 935 900,06 soles con una disminución de 18,03% en consumo de energía; 376 371,28 kg y S/. 2 138 873,90 soles con una disminución de 29,39 % en consumo de papel. El ahorro total en este periodo fue de S/. 16 572 100,40 soles y evitó emitir al ambiente 16 695 897,35 kg de CO₂.

La efectividad de la implementación de medidas de sostenibilidad dirigidas a obtener certificaciones internacionales de edificaciones verdes es un tema que se analiza constantemente, ya que este proceso incluye una inversión que se espera retorne en un periodo de tiempo, es por eso que Chávez (2016) realizó una investigación para analizar el incremento de la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos de edificios mediante el programa de certificación LEED V4 en el Proyecto Centro Colonial- Lima Cercado, el estudio se hizo utilizando el cuestionario

estructurado en las categorías de “uso eficiente de agua” y “energía y atmosfera” de la Guía LEED BD+C, de la certificación LEED V4. Durante el diagnóstico inicial se concluyó que la edificación solo ahorra un 11% de agua y 14% de recursos energéticos; sin embargo, de implementar medidas de ecoeficiencia los porcentajes variarían a 78% de recurso hídrico y un 100% en recursos energéticos, lo cual beneficia al proyecto durante todo su ciclo de vida.

De la misma manera Quispe (2018) elaboró la tesis con nombre “Diagnóstico y elaboración de un plan de ecoeficiencia para el decanato de la Facultad de Ciencias Biológicas de La UNSA” haciendo uso de la guía de ecoeficiencia para las instituciones del sector público establecida por el Ministerio del Ambiente en el año 2015, se planteó como tesis: Diagnóstico y elaboración de un plan de ecoeficiencia para el decanato de la Facultad de Ciencias Biológicas de La UNSA; Arequipa 2018. Determinando la línea base del consumo energético, agua, útiles de oficina, línea base de generación de residuos sólidos y de emisiones de CO₂eq producidas por el consumo de energía eléctrica. Para la elaboración de las líneas base requirió la cantidad de recursos utilizados, el costo de los recursos, generación de emisiones y residuos y el número de colaboradores que trabajan en el decanato. Obteniendo los siguientes resultados: de consumo energético tuvo como resultado que la energía total activa es de 576 kW y cada colaborador consume 96 kW. la línea base de consumo de agua se obtuvo tomando datos referenciales que concluyeron que el consumo mensual es de 15 m³ lo que significa 2.5 m³ por persona al mes. los útiles de escritorio utilizados con papel bond, tóner y lapiceros y por último en cuanto a generación de residuos sólidos se calculó que al año cada colaborador del decanato produce 2 kg de papel y cartón, 0.16 kg y de plástico 2.33 kg; residuos generales 2.33kg, .66 kg de residuos peligrosos. por último, se calculó la generación de emisiones de CO₂eq por consumo de energía eléctrica que dio como resultado 379.7568 kg CO₂eq y 63.2928 kg CO₂eq/colaborador, para lo cual se plantearon planes de ecoeficiencia para el ahorro de papel, energía, agua y manejo de residuos; los cuales deberán ser monitoreados por la secretaría de

Gestión Administrativa.

La implementación de medidas de ecoeficiencia de acuerdo a parámetros establecidos en certificaciones internacionales en Perú aún es muy pobre; sin embargo se siguen haciendo evaluaciones de factibilidad económica y que perdure en el tiempo, teniendo resultados positivos, como es el caso de las edificaciones de Santa Anita- Lima, Lecca & Prado (2023) elaboraron una propuesta de sostenibilidad para edificios multifamiliares basados en los criterios brindados por la certificación internacional EDGE, esta certificación a diferencia de LEED es empleada para edificaciones de vivienda por su menor costo; sin embargo el objetivo es el mismo, disminuir los impactos generados por las edificaciones, los autores realizaron un diagnóstico inicial sobre el que se diseñaron las medidas a implementar que sean factibles, viables y rentables, estas medidas fueron analizadas obteniendo como resultado un ahorro del 35.96% de ahorro energético y un 31.92% de ahorro de agua, así mismo se concluyó que habría una reducción de la emisión de CO₂ durante un año de 1.47 t por la vivienda multifamiliar y los costos comparados a un edificio tradicional solo variaron en un 1.72% más; por lo tanto obtener la certificación EDGE para este caso es factible y mejora la calidad ambiental y de los residentes.

En base a los antecedentes mostrados anteriormente podemos notar que diversos países han implementado medidas de sostenibilidad para infraestructuras. Sin embargo, en Perú estos estudios aún son escasos, en la ciudad de Lima se realizaron investigaciones para implementar certificaciones verdes en edificaciones que se encontraban en fase de proyecto, mas no se cuenta con evidencia de estudios para edificaciones existentes. Por otro lado, la bibliografía nos muestra que en la ciudad de Arequipa se han impulsado diversas políticas de sostenibilidad que tienen el objetivo de generar una cultura ambiental en la población. La presente investigación tiene el objetivo de generar propuestas de sostenibilidad para instituciones de educación superior en la ciudad de Arequipa, la cual brinda beneficios para el medio ambiente y para la institución, ya que

permite ahorros de energía y agua que se ven reflejados en la reducción de costos y por otro lado mejora la calidad de vida de las personas que inciden en dichos establecimientos.



2.2.Marco Teórico

2.2.1. Construcciones Sostenibles

El concepto de Sostenibilidad nace en el año 1998 en el informe de la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, donde se define:

“El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Maqueira, 2011).

En este marco, se desarrollan tres pilares:

Ambiente: promueve la conservación de los ecosistemas locales y globales, equilibrando los recursos que se extraen y los que se devuelven al medio ambiente.

Social: mejorar la calidad de vida de la sociedad, brindando igualdad de oportunidades a la población garantizando sus necesidades básicas.

Económico: crear rentabilidad en el ejercicio del desarrollo, creando políticas estratégicas.

Si relacionamos la sostenibilidad con edificaciones sostenibles estaríamos refiriéndonos a aquellas que toman en cuenta el impacto que va a tener el edificio durante todo su ciclo de vida, con el objetivo de minimizarlos e implementar medidas de eficiencia tomando en cuenta los principios de confort y salud de las personas que habitan estos espacios. (Heredia-Campo & Mesa-Fernández, 2018).

Pilares de la sostenibilidad enfocados en las construcciones sostenibles:

- **SOCIEDAD:** los edificios sustentables, contribuyen en la mejora de la calidad ambiental que consecuentemente brinda beneficios a la sociedad mejorando su salud, mejora su calidad de vida que se ve reflejada en una mayor productividad.

- **ECONOMÍA:** la economía se ve beneficiada gracias a la reducción de costos operacionales en el mantenimiento de las edificaciones, se fomenta el mercado de productos ecoeficientes, optimiza el ciclo de vida económico de los edificios incrementando su valor.
- **MEDIO AMBIENTE:** cada actividad realizada en la edificación tiene un objetivo que es reducir su impacto en el medio ambiente, ya que se reducen las emisiones, descargas de aguas residuales, se promueve la conservación de las áreas naturales, flora y fauna; mejorando la calidad de aire y agua de la sociedad.

La Figura 1 representa la relación entre los pilares del Desarrollo Sostenible y la construcción sostenible, ambos conceptos tienen el mismo fin que es mejorar la calidad de vida de la población.

Figura 1. Relación entre Desarrollo Sostenible y Construcción Sostenible.

Relación entre Desarrollo Sostenible y Construcción Sostenible.



Nota. Adaptado de Rodríguez (2017).

2.2.2. Edificaciones ecoeficientes

El término de ecoeficiencia nace como una solución más tangible en la cultura de la sostenibilidad, por lo que la ecoeficiencia se convierte en un término medible y concreto (Maqueira, 2011). El

concepto de ecoeficiencia consiste en satisfacer necesidades humanas y brindarles una mejor calidad de vida, reduciendo progresivamente los impactos ambientales ecológicos y la intensidad del uso de recursos a lo largo de su ciclo de vida, además permite obtener más valor de menos recursos mediante el rediseño de productos y servicios generando nuevas soluciones (MINAM, 2009). En otras palabras, el concepto de ecoeficiencia busca “producir más con menos”.

La ecoeficiencia reduce progresivamente las consecuencias negativas de un producto y la utilización de numerosos recursos durante su ciclo de vida, no superando la capacidad estimada del planeta. Permite que se reduzca el impacto ambiental enteramente en el tiempo de vida de un producto desde la etapa de producción, generando productos que contaminan menos a lo largo de su vida útil y que presentarán una menor carga para el planeta al ser desechados (Martínez, 2015).

La ecoeficiencia tiene 3 objetivos en los que basa su concepto:

- Reducir el consumo de recursos como: energía, materiales, agua y terreno.
- Reducir el impacto ambiental: Emisiones, vertimientos, disposición de residuos, dispersión de sustancias tóxicas.
- Suministrar más valor con el producto o servicio: Brindar mayores beneficios a los usuarios mediante la funcionalidad, flexibilidad y calidad del servicio (Blas & Rubí, 2017).

Durante los últimos años la ecoeficiencia ha ido tomando gran importancia en el mundo de las edificaciones, debido al aumento de la preocupación por el impacto ambiental que ocasionan los edificios y la fabricación de los materiales de construcción, estas edificaciones buscan que a lo largo del ciclo de vida de un proyecto se logre mayor productividad en sus procesos con el uso eficiente de los recursos naturales, en otros términos si enfocamos el concepto de ecoeficiencia de

“producir más con menos”, en una edificación se debe traducir el “mas” en eficiencia energética y el “menos” en reciclaje, reutilización, reducción de emisiones y reducción de residuos sólidos, tratando de lograr un ciclo cerrado donde los residuos sean utilizados como materia prima. (Maqueira, 2011).

La construcción de edificios ecoeficientes es la creación de estructuras conformadas por procesos ambientales de forma responsable y eficiente dándoles un ciclo de vida adecuado desde su diseño hasta su demolición, incluyendo las actividades de mantenimiento y operación. Esto permite resolver las preocupaciones clásicas del diseño como la economía, utilidad, durabilidad y confort. Tal como se muestra en la Tabla 1 la construcción de un edificio ecoeficiente tiene un enfoque distinto a la edificación tradicional cuyo principal objetivo es brindar confortabilidad a la persona sin importar las consecuencias que este tenga en el medioambiente.

Tabla 1. Comparación de aspectos de diseño de un edificio convencional y un edificio ecoeficiente

Comparación de aspectos de diseño de un edificio convencional y un edificio ecoeficiente.

Aspectos	Edificio	
	Convencional	Ecoeficiente
Diseño del edificio	Otras influencias	Influenciado por el medio ambiente
Orientación del edificio	Poco importante	Crucial
Fachadas y ventanas	Otras influencias	Dependiendo del entorno
Control del ambiente interno	Electromecánico	Electromecánico o manual
Consumo de energía	Elevado	Reducido
Consumo de agua	Elevado	Reducido
Fuente de materias primas	Poco importante	Reducido impacto ambiental
Tipo de materiales	Poco importante	Reutilizados o reciclados

Nota: Adaptado de Bravo (2013).

De acuerdo con una encuesta realizada por la Administración de Servicios Generales de EE.

UU a doce edificios ecológicos se pudo concluir que estas edificaciones comparadas con edificios convencionales ahorran un 26% menos de energía, reducen un 13% de gastos de mantenimiento y demostraban una reducción del 33% de emisiones de Dióxido de Carbono. (U.S. Green Building Council., 2017).

Al iniciar un proyecto con fines ecoeficientes es importante conocer la situación actual del entorno donde se realizará la edificación, así poder emprender propuestas que puedan eliminar los impactos negativos. Una adecuada evaluación de sostenibilidad permite analizar los recursos utilizados en el desarrollo de la construcción, además optimiza recursos y minimiza los desperdicios.

Según Bravo (2013) los edificios Verdes están diseñados para reducir el impacto global generado en la salud humana y en el medio ambiente a través de:

- Uso eficiente de energía, agua y otros recursos
- Proteger la salud de los ocupantes de la estructura.
- Reducción de degradación de residuos, la contaminación y el medio ambiente.

2.2.3. Certificaciones internacionales

Durante los últimos años se han formado comisiones medioambientales que aplican mediciones para los enfoques sociales, económicos y ambientales, cada una de ellas busca desarrollar su propia metodología medio ambiental con el fin de mitigar los posibles impactos ambientales y así lograr un equilibrio sostenible. Cada una de las metodologías al ser aplicadas otorgan una certificación a la empresa a lo largo de su proyecto y procesos constructivos, demostrando así la implementación de un sistema eficaz de la gestión ambiental.

Tenemos 3 metodologías que son aplicadas a nivel nacional para medir los impactos a lo largo de la construcción y funcionamiento de una estructura (BREEAM, LEED, EDGE) (Ramirez,

2009).

2.2.3.1. LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*)

Es una certificación muy conocida además se considerada la más famosa, pertenece al *Green Building Council* de Estados Unidos (GBC), fue desarrollada en 1997. Evalúa los distintos campos que se encuentran presentes durante la construcción de una edificación, se considera en donde se va a desarrollar el inmueble, la cantidad de agua y energía utilizada también se tiene en cuenta los aspectos sociales, económicos y la calidad. Todo el punto anterior lo evalúa un asesor certificado durante el proceso de construcción para que así lo comunique a la GBC y se pueda emitir la certificación de acuerdo con los puntos obtenidos. La certificación LEED indica aplicaciones económicas útiles. (Sanchez, 2015)

Se otorgan diferentes tipos de certificación teniendo en cuenta el uso del edificio y la problemática ambiental de la zona en donde se encuentra, el programa de certificación posee 5 sistemas de calificación (Chávez, 2016).

- LEED-HOMES (Viviendas): Se aplica a viviendas unifamiliares, multifamiliares de uno a tres pisos o multifamiliares de cuatro a seis pisos.
- LEED-ID+C (Diseño y Construcción de Interiores): Se aplica a proyectos con un complejo equipamiento interior como centros comerciales y tiendas.
- LEED-BD+C (Diseño y construcciones de edificaciones): Se aplica a edificios de construcción reciente o que estén pasando por una renovación importante.
- LEED-ND (Desarrollo de Barrios): Se aplica a proyectos de desarrollo de la tierra o proyectos de reurbanización que contiene usos residenciales, no residenciales o una mezcla. Pueden ser en cualquier etapa desde la planificación hasta la construcción.
- LEED-O+M (Operación y mantenimiento): Se aplica a los edificios existentes que se

someten a trabajos de mejora o de poca o de ninguna construcción, incluye mantenimiento de edificios (Paredes, 2016).

2.2.3.2.BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology*)

Esta certificación pertenece al BRE, formada en Reino Unido en el año 1996. Tiene un enfoque en el valor y la eficacia sostenible, permitiendo que al obtener el certificado se desarrolle inversiones inmobiliarias atractivas y se genere entornos sostenibles que mejoran el día a día de las personas que viven o trabajan en estos edificios.

Evalúa los siguientes niveles de sostenibilidad: Gestión, Salud y Bienestar, Energía, Transporte, Consumo de agua, Materiales, Residuos, Uso del suelo e Innovación; tanto en la fase de proyecto como en la fase de ejecución y mantenimiento, después se multiplican por un factor de ponderación medioambiental con excepción de Innovación y al final se suman todas las puntuaciones agregando los puntos obtenidos en la categoría de Innovación. (BREEAM, 2015).

2.2.3.3.EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*)

Es un sistema de certificación que pertenece al GBCI (*Green Business Certification Inc.*), se enfoca en edificios más eficientes, permitiendo a los propietarios evaluar el costo al incorporar opciones de ahorro en las estructuras y a la vez disminuir las pérdidas de los inversionistas

Se evalúa a través de un software gratuito el cual predice el ahorro de energía, agua y recursos en los materiales de construcción comparando con un modelo local, además estima los ahorros en servicio, costo de capital y periodo de retorno de inversión. Ofrece una certificación a un costo modesto y se utiliza en construcciones, edificios existentes y renovaciones importantes en casas, oficinas, hospitales, comercios y hoteles. (International Finance Corporation, 2018)

En el Perú se viene aplicando estas metodologías ambientales de forma gradual en los nuevos

proyectos de construcción. Sin embargo, el gobierno peruano en algunos casos aplica metodologías ambientales bajo sus propios estándares. Las ciudades de Arequipa, Piura, Chiclayo, Trujillo y Lima son las que cuentan con proyectos en procesos de certificación, y a nivel nacional hay 6000 viviendas certificadas y 4000 en proceso de certificación. (El Comercio, 2018). El objetivo de las certificaciones mencionadas es promover las construcciones sostenibles, sin embargo, existen diversas características que las diferencian y se adaptan a las necesidades de los administradores de estas edificaciones, en la Tabla 2 se hace una Comparación de LEED con otros mecanismos de certificación ambiental.



Tabla 2.

Comparación de LEED y otros mecanismos de certificación ambiental.

LEED	• LEED es una certificación global que se adapta en cualquier país independientemente de sus características. Por lo tanto, al ser más conocida internacionalmente tiene un valor agregado a toda edificación que tenga esta certificación • Según la tipología de edificios LEED certifica: Nueva construcción, Escuelas, Tiendas, Centros de datos, almacenes logísticos, Hospitales, Hoteles, Viviendas, en Uso, Rehabilitaciones y urbanismo. • La certificación más baja de LEED se obtiene con 40 puntos de sus créditos. • LEED no te exige una persona acreditada durante el proceso de certificación, sin embargo, concede un crédito adicional si durante este participa un profesional acreditado.
BREEAM	• BREEAM tiene una visión europea más local, adaptada a determinados países de dicho continente. En caso el país no cuente con la adaptación se usa el sistema BREEAM Internacional. • Según la tipología de edificios BREEAM certifica: Vivienda, Nueva construcción, en uso, urbanismo, rehabilitación e infraestructura. • La certificación más baja de BREEAM se obtiene con el cumplimiento del 30% de sus requisitos • La certificación BREEAM lo debe llevar acabo un asesor acreditado por la misma certificadora.
EDGE	• EDGE es una plataforma libre de fácil acceso para el público en general, • Los costos administrativos son bajos comparados con otras certificaciones. • EDGE No posee niveles de certificación, se basan en el cumplimiento o no de los parámetros establecidos sin un puntaje o ponderación. • EDGE tiene menor popularidad y reconocimiento en el mercado, ya que es una certificación nueva existen muy pocos auditores. • El software de EDGE revela costos y datos sobre el clima de la localidad que permite obtener resultados de eficiencia de acuerdo con el área donde se encuentra. • La certificación basa la sostenibilidad del edificio en energía, agua y materiales de construcción.

De acuerdo con la Tabla 2 podemos notar que existe gran similitud entre las certificaciones LEED Y BREEAM, ya que ambas tienen orígenes y características distintas, pero son las más reconocidas de manera internacional por su capacidad de adaptación y penetración en el mercado. Sin embargo, BREEAM fue desarrollada de acuerdo con las características físicas del continente europeo, a diferencia de LEED cuyo uso es de manera internacional sin necesidad de adaptaciones. Ambas certificaciones pueden ser aplicadas para edificios nuevos o existentes.

EDGE a diferencia de LEED se adapta a la zona en la que se ubica el proyecto sin embargo esta certificación se enfoca en la reducción de energía, agua y materiales de construcción excluyendo otros parámetros de evaluación como sitios sustentables, transporte o ambiente interior entre otras que LEED si considera.

2.2.4. Certificación LEED Para Edificios Existentes: Operaciones Y Mantenimiento

La certificación LEED Para Edificios Existentes: Operaciones y Mantenimiento es un conjunto de estándares de desempeño que incita a los propietarios y operadores de edificios a realizar prácticas sustentables con posibles mejoras en su sistema y variaciones en sus instalaciones que eviten la contaminación al medio ambiente. Esta certificación se enfoca en siete áreas que se alinean a las categorías de crédito del sistema de calificación de LEED (USGBC, 2009), la Tabla 3 describe las categorías y áreas de enfoque de la certificación.

- Esta certificación está dirigida aquellas todas edificaciones en funcionamiento como:
- Edificios comerciales
- Edificios institucionales
- Edificios residenciales de muchos pisos y de todos los tamaños
- Edificios públicos y privados

Tabla 3.
Desarrollo de las categorías del Sistema de Calificación LEED.

Áreas de enfoque	Categoría de crédito del sistema de calificación LEED	Prerrequisitos	Créditos de categoría
Impactos del transporte y uso de automóvil	Locación y transporte	-Rendimiento del transporte	
Factores del lugar del proyecto	Parcelas sostenibles		-Gestión del agua de lluvia -Reducción de las islas de calor -Reducción de la contaminación lumínica -Gestión de la parcela- Mejora del sitio
Gestión del agua	Eficiencia del agua	-Rendimiento del agua	
Impactos energéticos y sistemas del proyecto	Energía y atmósfera	-Mejores Prácticas de gestión de la eficiencia energética -Gestión básica de refrigerantes -Rendimiento energético	-Armonización de la red -Gestión mejorada de refrigerantes
Adquisición, instalación y gestión de los materiales del proyecto	Materiales y recursos	- Política de compras - Política de mantenimiento y renovación de las instalaciones - Rendimiento de residuos	- Compras
Mejoras del ambiente en interiores	Calidad del ambiente interior	-Mínima eficiencia de la calidad del aire interior -Control del humo del tabaco ambiental -Política de limpieza sostenible	-Estrategias mejoradas de calidad del aire interior- Desempeño de la calidad ambiental interior -Limpieza sostenible -Gestión integrada de plagas
Participación de los interesados en la innovación	Innovación y prioridad regional		-Innovación en operaciones

Cada crédito que conforma las categorías de LEED tienen un puntaje como se muestra en la Tabla 4 que sumado logra obtener un determinado nivel de certificación, los puntajes se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 4.

Distribución del puntaje de Certificación LEED v4 O+M.

	Localización transporte	Parcelas sostenibles	Eficiencia de agua	Energía y atmósfera	Materiales y recursos	Calidad ambiental interior	Innovación en las operaciones	Prioridad regional	Total
Prerrequisitos	1	-	1	3	3	3	-	-	17
Créditos	-	4	-	2	1	3	1	0	39
Puntos posibles	14	4	15	35	9	22	1	0	100

Nota: Adaptado de U.S. Green Building Council (2017).

El total de posibles puntos a conseguir es de 100, con los cuales se obtiene una certificación Platino. Las certificaciones se pueden obtener desde los 40 puntos. El rango de créditos para las certificaciones se expone a continuación:

- 40-49 Certificado LEED
- 50-59 Certificado Plata
- 60-79 Certificado Oro
- 80 a más Certificado Platino

2.2.5. Edificaciones ecoeficientes universitarias

La aplicación de ecoeficiencia en los edificios universitarios resulta clave para la reducción

global del consumo de recursos y las emisiones generadas. Sin embargo, no es suficiente con incorporar la eficiencia a las nuevas edificaciones, se debe de priorizar a los edificios ya existentes, debido a que reduce sustancialmente los efectos negativos de los edificios sobre el medio ambiente, la salud humana, la economía además de generar la formación de futuras sociedades sustentables. (Bravo, 2013)

Hay una necesidad de incorporar la renovación ambiental en los edificios universitarios debido a que las instituciones deben tener una mayor responsabilidad en la divulgación de valores coherentes con el entorno, las decisiones deben ser más que solo incorporar programas de educación ambiental dentro de su malla curricular, las instituciones deben de estar diseñadas para transmitir el tipo de mensaje en su arquitectura, en el uso que hacen de sus recursos, en la planificación, en el manejo y mantenimiento de las zonas verdes que rodean a la institución educativa (Gutiérrez & González, 2005).

Desde la Declaración de Estocolmo en 1972, donde se anunció la importancia de involucrar la sostenibilidad y la educación superior, diversas universidades han venido implementando medidas en cuanto el manejo de sus recursos para garantizar la conservación del medio ambiente y en base a diversos estudios, existen tres directrices que han tenido resultados positivos para que las universidades sean sostenibles (Rivas, 2011).

a) Iniciativa de edificios verdes: cuyo objetivo está enfocado en las edificaciones propiamente dichas, mediante medidas que optimicen el uso de sus recursos como energía o agua, entre las metodologías que resaltan esta estrategia son:

- Implementación de la ISO 14001, que tiene un enfoque sistemático para las actividades ambientales y lo logra mediante la mejora de sus procesos en base a los aspectos e impactos ambientales que se identifiquen además plantea una Política Ambiental, objetivos y metas dirigidas a disminuir el impacto de los aspectos

hallados, esta metodología permite fortalecer el compromiso de la comunidad; sin embargo, esta normativa tiene una deficiencia en aspectos sociales y económicos.

- **Sistemas de Gestión Ambiental:** conjunto de prácticas, programas o procesos diseñados para cumplir con la normativa vigente y reducir los impactos en el medio ambiente. Cada proceso incluido en este Sistema está sujeto a una auditoria que evalúa el cumplimiento de este. Esta metodología está dirigida a actividades específicas que permiten a las instituciones realizar prácticas amigables con el ambiente.
- b) **Participación pública y responsabilidad social:** esta estrategia está enfocada en la importancia de mantener relaciones de coordinación con entidades gubernamentales, no-gubernamentales y con la comunidad para la toma de decisión que afecten a la sociedad. Por otro lado, las universidades deben ser el ejemplo de la comunidad en cuanto a prácticas amigables con el ambiente y actitudes de igualdad y justicia.
- c) **Enseñanza e investigación con el enfoque en sostenibilidad:** la tercera estrategia va dirigida a la importancia de los talleres, seminarios, clases, entre otras metodologías cuyo eje central tenga un enfoque ambiental.

Las Universidades ecoeficientes generan una cultura de uso eficiente de sus recursos de energía, papel y agua generando un ahorro importante y además proporcionan a los trabajadores y a los estudiantes el uso ambientalmente responsable de sus instituciones a fin de lograr un menor impacto en el ambiente. Para las instituciones la ecoeficiencia consiste en producir más con menos, al desarrollar una gestión adecuada, los servicios de una institución pueden aumentar la competitividad de la misma ya que reduce el consumo de energía y las emisiones contaminantes a la vez se reduce los riesgos de incumplimiento de las leyes favoreciendo las relaciones con la administración y los estudiantes. (Bustamante, 2011).

Así la universidad como empresa educativa puede ser más competitiva al incorporar una buena gestión ambiental en todos sus procesos productivos aprovechando la mayor cantidad de luz natural del día, fomentando el ahorro de agua, reduciendo el uso de papel, entre otras cosas (Bustamante, 2011).

En conclusión, las universidades sostenibles son aquellas que son capaces de realizar sus actividades sin depender de recursos que se agoten en el tiempo y cuyo desarrollo no altera las características del Medio Ambiente y para lograr esto es necesario generar un cambio continuo a todo nivel y además debe involucrar a todos los integrantes de la institución: estudiantes, profesores, personal de aseo y vigilancia, entre otros que tengan incidencia con la universidad. Por otro lado, convertir una universidad sostenible podría ser el inicio para que una ciudad se convierta en sostenible y resuelva de manera eficiente los problemas que albergan en ellas, ya que las universidades tendrían el efecto de proyectos piloto a pequeña escala que se pueden trasladar a la ciudad en base a resultados y metodologías que hayan tenido resultados positivos. (Rivas, 2011).

2.3. MARCO LEGAL

Ley N°28611 Ley General del Medio Ambiente

Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

Ley N° 27345 Ley de Promoción del Uso eficiente de energía y su reglamento el D.S.

053-2007- EM:

La presente Ley tiene el objeto de regular el uso de la energía con el fin de asegurar el suministro en el territorio nacional así como minimizar los impactos ambientales, mediante la promoción de programas, medidas, productos que formen una cultura orientada al uso racional del recurso, así mismo decreta que los artefactos eléctricos deben indicar el consumo eléctrico y se debe determinar sus estándares de consumo; así mismo dentro de su normativa de promoción del uso eficiente de energía, el estado brinda premios y estímulos a aquellas instalaciones que hayan implementado medidas de uso eficiente en sus instalaciones en el mes de octubre cada año, fomentando así el involucramiento de instalaciones públicas y privadas. (Poder Ejecutivo, 2007).

Decreto Legislativo N° 1278 .- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Ley N° 1278 se aplica a las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, incluyendo las distintas fuentes de generación de dichos residuos, en los sectores económicos, sociales y de la

población.

D.S. N° 015-2015-VIVIENDA Que aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible:

La norma tiene el objetivo de establecer los requisitos y características técnicas que una edificación debe tener para considerarse sostenible, este incluye eficiencia energética: iluminancia, refrigeración, confort térmico y los requisitos técnicos para el uso de la energía solar térmica; así mismo describe las consideraciones de eficiencia hídrica. Por otro lado, la norma señala todas las normas que se deben considerar para el cumplimiento de esta. (Poder Ejecutivo, 2015).

E.M. 110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energética:

La presente norma describe las metodologías que se deben utilizar para determinar el confort térmico y lumínico de una edificación, el confort térmico se determina de acuerdo con la zona bioclimática en la que se encuentra ubicado el proyecto y la transmitancia térmica de los materiales que se utilicen en su construcción, ya sea para ventanas marcos, muros, piso o techos; para estos últimos la normativa nos brinda las características que debe tener un techo verde. El confort lumínico se calcula en base a la iluminación mínima que debe tener cada área de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones según el ambiente y actividad que se realice en la misma, en función a la ubicación de las ventanas presentes en el proyecto. (Municipalidad Distrital de Santa María del Mar, 2014).

Norma Técnica EM.010 “Instalaciones Eléctricas Interiores” del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA.

La presente norma indica que toda instalación eléctrica debe realizarse de acuerdo con el Código Nacional de Electricidad, y así mismo define la demanda de iluminancia en LUX que

deben tener los ambientes de edificios, hospitales y demás edificaciones de acuerdo con la actividad que se realicen en las mismas (Poder Legislativo, 2023).

Norma Técnica EM.080 “Instalaciones con Energía Solar” del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada por el Decreto Supremo N° 010-2009-VIVIENDA.

En esta norma se establecen las mínimas condiciones técnicas para el uso de energía solar renovable, dentro de las cuales se tiene ubicación, soporte, el sistema fotovoltaico y características de los paneles (Poder Legislativo, 2014).

Norma Técnica IS.010 “Instalaciones Sanitarias para Edificaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por el Decreto Supremo N° 011-2006- VIVIENDA

La norma indica las características que se deben considerar para toda conexión de agua, ya sea para circulación de agua potable, aguas residuales o captación de aguas de lluvia. También hace refería de la dotación que se debe considerar para las edificaciones de acuerdo con su actividad y capacidad. (Poder Legislativo, 2006).

Norma Técnica Peruana 370.101-2: 2008 “Etiquetado de eficiencia energética para lámparas fluorescentes compactas, circulares, lineales y similares de uso doméstico”:

Esta norma nos establece las especificaciones de etiquetado de eficiencia energética para luminarias de uso doméstico y las clases de eficiencia energética que deben cumplir (Poder Legislativo, 2009).

CAPITULO III: METODOLOGÍA PROPUESTA



3.1. Tipo y Nivel De Investigación

Descriptivo: El presente trabajo busca describir la situación actual del pabellón F del campus central de la Universidad Católica de Santa María, en cuanto al manejo de sus recursos y calidad ambiental interior y exterior del recinto, del mismo modo nos permite estimar los beneficios económicos, ambientales y sociales para la Universidad Católica de Santa María.

3.2. Métodos De Investigación

3.2.1. Diagnóstico de sostenibilidad de la edificación del pabellón F del Campus Central de la Universidad Católica de Santa María.

Se utilizó la metodología desarrollada por J. M. Rodríguez (2017) para realizar el levantamiento de información de la infraestructura en cuanto su uso, mantenimiento, ocupación y consumo energético y de agua por cada área presente en el edificio.

Para el levantamiento general del edificio se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Antecedentes estructurales: mediante el método de visualización se hizo una descripción del edificio, en cuanto a su ubicación, orientación y características arquitectónicas.
- Uso: se realizó un recorrido por el edificio para así identificar las actividades que se realicen de acuerdo con el espacio y características de sus ambientes.
- Consumo energético: para realizar la línea base del consumo energético se utilizó la metodología presentada por Torre (2010), ya que la Universidad Católica de Santa María tiene un sistema eléctrico que abastece a todos los pabellones y no se tiene un medidor por cada uno de ellos se determinó el consumo teórico, para lo cual se realizó un inventario de los equipos que tienen un consumo energético en la edificación diferenciándolos ya sean sistemas de luminarias internas y externas (luminarias halógenas, fluorescentes, reflectores), sistemas de climatización o equipos de fuerza como computadoras,

proyectores o equipos de laboratorio. Después se realizó una hipótesis de uso de acuerdo con las áreas en las que se encuentran tomando en cuenta el horario de ocupación y la gestión de los sistemas, con lo que se calculó la potencia instalada determinando los kW totales por los equipos energéticos diferenciados aplicando la Ecuación 1.

$$P_i = \Sigma(P_i \cdot N_i) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

P_i = Potencia Instalada.

P_i = Potencia del equipo instalado.

N_i = Número total de equipos instalado.

La potencia del equipo instalado se determinó en base a los rótulos informativos de cada equipo de acuerdo con su consumo energético en Watts, Amperios y Voltaje.

Por último, para la determinar las horas de utilización teóricas de los equipos se tuvo en cuenta si funcionan por acción de un mando central o son accionados directamente por los usuarios. Con esta información se aplicará la Ecuación 2.

$$C_t = P_i \cdot T \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

C_t = Consumo teórico. P_i = Potencia

Instalada.

T = Tiempo de Uso efectivo

Consumo base de agua: se realizó un recorrido por las áreas del edificio para identificar los sistemas de agua tanto en el interior como en el exterior de la edificación. Primero se elaboró un conteo de toda la infraestructura referente al inmobiliario sanitario en el edificio (inodoros, urinarios, lavamanos, duchas,) así mismo se determinó la capacidad de cada accesorio. En el

caso de laboratorios se consideró el número de grifos, así como el rendimiento de estos y su frecuencia de uso.

- Ocupación: Para determinar la cantidad de personas que tienen concurrencia en el mismo se tomaron en cuenta los horarios de uso de los laboratorios y demás áreas de edificio; identificando las horas que tengan mayor afluencia de personas.
- Además, se tomó en cuenta dos tipos de ocupantes de acuerdo con la Guía de Estudio de LEED AP Operaciones y Mantenimiento del USGBC (2009) (USGBC, 2009).
- Ocupantes regulares: aquellas personas que habitan el edificio de manera habitual, tales como empleados a tiempo completo o parcial y personal de limpieza seguridad y mantenimiento.
- Visitantes: cantidad promedio de usuarios que utilizan ocasionalmente el edificio; pero no permanecen a lo largo del día solo durante un periodo de tiempo (J. M. Rodríguez, 2017).

Con los datos obtenidos se calculó el Equivalente de Tiempo Completo (FTE) para los ocupantes regulares, ya sea a tiempo completo (8 horas) o tiempo parcial. Suponiendo que un ocupante de 8 horas posee un valor de FTE de 1.0 y de los ocupantes de medio tiempo un valor de FTE basado en las horas por día, dividido el periodo de ocupación estándar (USGBC, 2009).

3.2.2. Identificación de las medidas de sostenibilidad para la edificación del Pabellón Fdel

Campus Central de la Universidad Católica de Santa María

En base al diagnóstico realizado se propusieron medidas de sostenibilidad basadas en las categorías que la Certificación LEED propone como base para lograr que una edificación sea sostenible, las cuales son:

- Ubicación y transporte
- Parcelas sostenibles
- Eficiencia del agua
- Energía y atmosfera
- Materiales y recursos
- Calidad del ambiente interior
- Innovación y prioridad regional

Las propuestas se desarrollaron en dos partes, primero se determinó el objetivo de cada una de las categorías y seguidamente se hizo el planteamiento estratégico, el cual consistió en describir la propuesta y elaborar un presupuesto estimado para su implementación tomando precios estimados y ajustados al mercado actual. Cabe mencionar que para determinadas categorías se consideraron dos propuestas alternativas ambas con beneficios, pero se diferencias por sus costos de implementación.

Las propuestas se realizaron tomando en cuenta referencias de fuentes secundarias como tesis de investigación, proyectos y revistas realizando un estudio, análisis y discusión de tecnologías utilizadas en edificaciones sostenibles que hayan tenido beneficios ambientales, económicos y sociales.

3.2.3. Descripción del comportamiento esperado de la edificación al implementar las medidas de sostenibilidad en el pabellón F del Campus Central de la Universidad Católica de Santa María en cuanto los aspectos ambientales, sociales y económicos

Se realizó un análisis de costo-beneficio de las propuestas de sostenibilidad utilizando la metodología de Bravo (2013), en su tesis de Adecuación operativa de la Facultad de Medicina en la Universidad de Costa Rica de acuerdo con LEED v4 Operaciones y mantenimiento para así evaluar aquellas medidas que tengan mayor beneficio para la institución, pero a su vez impliquen un gasto factible que pueda ser recuperado a corto o mediano plazo. Para determinar los costos asociados a cada propuesta de sostenibilidad planteada, se tomó en cuenta la cuantificación de los materiales a utilizar en cada medida propuesta, así mismo el tiempo de instalación que se requerirá y los costos de instalación. Los datos serán relativos al mercado vigente.

Se estimaron los ahorros potenciales en cuanto los recursos de la universidad, en los gastos de operación y mantenimiento que se tendrían al implementar las medidas a proponer.

Y por último se realizó un análisis bibliográfico de los beneficios ambientales y sociales que se obtendrían al implementar las medidas de sostenibilidad propuestas.

3.2.4. Diseño de un modelo virtual del pabellón F con las medidas de sostenibilidad planteadas

Se elaboró un modelamiento en 3D del pabellón en estudio mediante el programa Sketch Up, desarrollado por Trimble Inc. el cual permitió conceptualizar volúmenes y formas de un espacio, para así tener una idea de cómo nuestro edificio en estudio se vería al implementar techos verdes, paneles solares y otras medidas de sostenibilidad que se consideraron.



CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagnóstico de Sostenibilidad de la Edificación del Pabellón F del Campus Central de la Universidad Católica de Santa María

4.1.1. Antecedentes estructurales

Ubicación del edificio en estudio

El edificio del Pabellón F se encuentra en el Campus Principal de la Universidad Católica de Santa María. Las coordenadas geográficas de su ubicación son: Latitud -16.405674° y Longitud -71.548853° . Nuestra área de estudio corresponde a 1.094 m^2 . La imagen satelital de la ubicación del pabellón F se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Ubicación del Pabellón F en el campus central de la UCSM.



Ubicación del pabellón F en el campus central de la UCSM.

Nota. Adaptado de Google Maps.

Uso de la edificación

El pabellón F de la UCSM es un edificio cuyo principal uso es académico y de investigación científica y está constituido por 4 pisos cuya distribución se presenta en la Tabla 5. Además, el

edificio tiene un horario de funcionamiento de 7:00 a.m. a 9:00 p.m. de lunes a viernes y los sábados de 7:00 a.m. a 1:00 p.m.

Tabla 5.
Uso de los ambientes del Pabellón F.

Piso	Descripción	Cantidad	Uso	Horario de funcionamiento
-1°- sótano	Auditorio Santa María	1	Conferencias, foros, diplomados, eventos organizados por entidades externas con auspicio de la Universidad.	6 horas a la semana
1°	Laboratorio de Computación	1	Uso de computadoras alumnos	Lunes a Viernes 9:00 a.m. – 7:00 p.m.
2°	Laboratorios Física	3	Prácticas de física	Lunes a Viernes 7:00 a.m. – 9:00 p.m. Sábado 7:00 a.m. – 1:00 p.m.
2°	Oficina	1	Encargado de piso y laboratorios, personal de infraestructura	Lunes a Viernes 7:00 a.m. – 4:30 p.m. Sábado 7:00 a.m. – 11:15 p.m..
3°	Laboratorios Química	3	Prácticas Química	Lunes a Viernes 7:00 a.m. – 9:00 p.m. Sábado 7:00 a.m. – 1:00 p.m.
3°	Oficina	1	Encargado de piso y laboratorios, personal de infraestructura	Lunes a Viernes 7:00 a.m. – 4:30 p.m. Sábado 7:00 a.m. – 11:15 p.m..
4°	Laboratorios de investigación	9	Proyectos de investigación	Lunes a Viernes 7:00 a.m. – 9:00 p.m. Sábado 7:00 a.m. – 1:00 p.m.
4°	Oficina	1	Encargado de laboratorios de investigación	Lunes a Viernes 7:00 a.m. – 4:30 p.m. Sábado 7:00 a.m. – 11:15 p.m.

Ocupación

Para determinar la ocupación regular del Pabellón F, se tomaron en cuenta los horarios de clases en los laboratorios durante el semestre impar del 2023, realizándose un seguimiento al personal que estaba en proyectos de investigación y se calculó un promedio de visitantes al auditorio. Con dicha información se procedió a hacer el cálculo de la ocupación aplicando las fórmulas proporcionadas por la guía de referencia. Para la determinación de la cantidad de Ocupantes regulares del edificio donde se consideró a los encargados de laboratorios (3), personal de infraestructura (2), personal de limpieza (2). De acuerdo con la fórmula aplicada, se puede notar que en el pabellón F tenemos 7 ocupantes regulares que trabajan a tiempo completo y no se tienen trabajadores de tiempo parcial.

Visitantes: en este grupo se consideró a los alumnos y profesores que realizan prácticas en los laboratorios, personal que hace uso de las instalaciones del auditorio. Para obtener este resultado los visitantes se clasificaron 2 grupos:

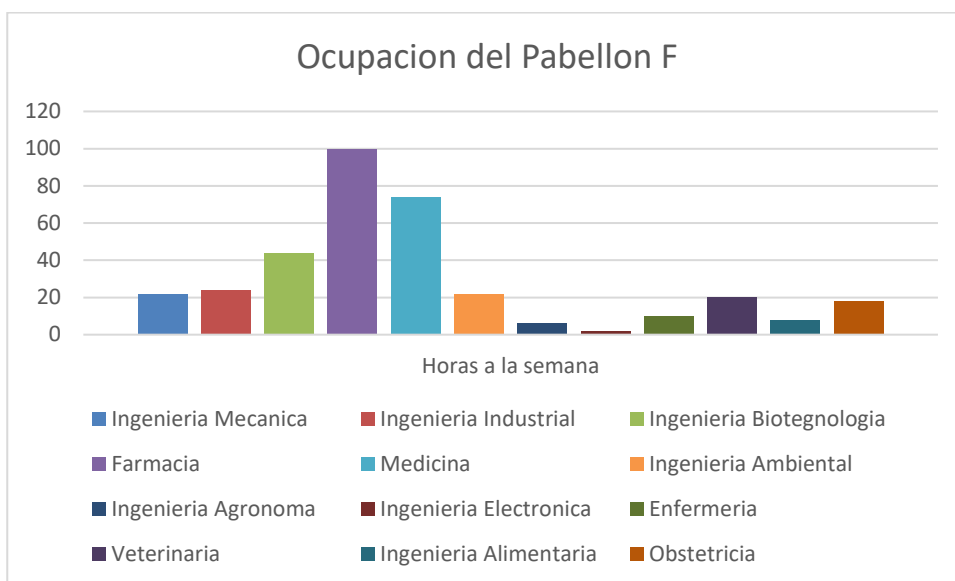
- Visitantes del auditorio: durante el periodo del año 2023 el auditorio fue utilizado tres veces por semana con un promedio de 3 horas por día, con lo cual se tiene un total de 750 personas por semana llegando a un promedio de 150 por día
- Visitantes de laboratorios: se solicitaron los horarios de ocupación de los laboratorios y se determinó cuáles eran las carreras con mayor afluencia de acuerdo al uso que hacían de los laboratorios, suponiendo la ocupación completa de estos ambientes.

La información obtenida se plasmó en la Tabla 6.

Tabla 6.
Ocupación del Pabellón F- UCSM.

Carrera	Horas a la semana
Ingeniería Mecánica	22
Ingeniería Industrial	24
Ingeniería Biotecnológica	44
Farmacia	100
Medicina	74
Ingeniería Ambiental	22
Ingeniería Agrónoma	6
Ingeniería Electrónica	2
Enfermería	10
Veterinaria	20
Ingeniería Alimentaria	8
Obstetricia	18

En la Figura 3 se puede observar que hay un mayor número de uso de los laboratorios por parte de la carrera de Farmacia llegando a un total de 100 horas a la semana. De los datos obtenidos se procedió a convertirlo en ocupantes de tiempo completo, es decir 8 horas de ocupación, multiplicando la cantidad de ocupantes por la fracción de tiempo en que se hace uso de la edificación, agregando los ocupantes de la biblioteca y del auditorio.

Figura 3.


Ocupación de visitantes a laboratorios.

En la Tabla 7 se describió la ocupación del pabellón F de acuerdo con los horarios, además de presentarse los cálculos realizados.

Tabla 7.

Ocupación del Pabellón F.

Ocupación del laboratorio por día	400	Personas
Equivalente de tiempo completo	2/8	
Ocupación promedio de laboratorio	100	Personas
Ocupación del área de investigación	27	Personas
Equivalente de tiempo completo	3/8	
Ocupación promedio de área de investigación	10	Personas
Ocupación de Auditorio	107	Personas
Equivalente de tiempo completo	3/8	
Ocupación promedio del Auditorio	40	Personas
Total de Ocupación promedio	150	Personas

Total de personas estables	7	Personas
Ocupación estimada de tiempo completo	157	Personas

Utilizando el factor de equivalencia resulta una ocupación de total de 157 personas a tiempo completo. Pudiendo observarse que al obtener un factor de equivalencia de las personas que hacen uso del edificio nos permite tener un número representativo con el que se pueda trabajar. Por lo que es importante conocerlo, sin embargo, se pueden obtener resultados diferentes de acuerdo con el uso del edificio estudiado, coincidiendo con el estudio realizado por (Castro, 2012), el cual también considero indispensable para su estrategia de certificación para un edificio de la Universidad de Costa Rica.

4.1.2. Diagnóstico del Consumo energético

Actualmente la Universidad Católica de Santa María cuenta con un suministro de energía eléctrica de 10000 V de tensión, con una tarifa MT3 y 410 KV de potencia contratada. De acuerdo con el tarifario presentado por SEAL, (2021) en horas punta es de 25.95 Cent. S./kWh fuera de hora punta 21.13 Cent. S./kWh. Debido a que el ingreso de energía abastece a todas las instalaciones de la UCSM, se calculó el consumo energético de forma teórica, ya que ningún pabellón cuenta con un medidor propio.

En la Tabla 8 se presenta los equipos eléctricos con los que cuenta cada piso del pabellón F de la UCSM, teniendo un total de 1064, con un consumo mensual aproximado de 38915.90 kWh. Considerando el tarifario y el tiempo de uso, se calcula que se tiene un gasto de S/. 8511.19. El consumo energético de cada ambiente del edificio se encuentra en el Anexo 1.

Tabla 8.

Consumo energético por área del Pabellón F- UCSM.

Área	Total equipos	Consumo energético mensual kWh	Gasto energético mensual	
Exteriores	103	1585.14	S/.	411.34
F-405	47	2552.47	S/.	539.34
F-406	47	4395.60	S/.	1,140.66
F-301 A-B	80	426.11	S/.	90.04
F-302	49	331.26	S/.	69.99
F-303	47	980.02	S/.	207.07
F-201 A-B	100	1701.96	S/.	359.62
F-202	48	406.39	S/.	85.87
F-203	46	585.85	S/.	123.79
Auditorio	119	185.61	S/.	39.22
Área computo	49	1447.23	S/.	305.80
Laboratorios de investigación	329	24318.259	S/.	5,138.45
TOTAL	1064	38915.90	S/.	8,511.19

El valor del gasto energético mensual nos permitirá conocer a futuro la eficiencia de la propuesta, pudiendo compararlo con una proyección de acuerdo a la disminución o mejor utilización de los recursos del edificio, como hicieron (Doan et al., 2017) en su investigación, comparando edificios verdes con construcciones tradicionales.

4.1.3. Diagnóstico del Consumo de agua

El cálculo del consumo de agua no pudo ser determinado, debido a que los pabellones no cuentan con medidores independientes. Por lo que se determinó de forma teórica, considerando la tarifa de pago por SEDAPAR de uso industrial, siendo S/ 3.66 x m³. Se calculo primero el gasto en galones y se multiplico por el consumo total mensual como se muestra en la Tabla 9, resultando un costo de S/. 3249.61 mensual.

Tabla 9.

Gasto Mensual del consumo de agua.

Accesorios	Total	Consumo Mensual (gal)	Gasto Mensual
Inodoro	8	745.6	S/. 268.58
Mingitorio	8	352	S/. 126.8
Lavatorio y grifos	65	7923.83	S/. 2854.23
Total	81	9021.43	S/. 3249.61

El consumo mensual se determinó realizando una inspección a cada piso del Pabellón F de la UCSM, con el fin de conocer su eficiencia, realizando un conteo de inodoros, mingitorios y lavatorios y grifos. Se realizó la medición de la eficiencia de estos y su consumo. Además, se realizó una inspección de estos para conocer si están funcionando de forma correcta. El gasto de agua se determinó calculando el consumo de cada accesorio y el uso estimado que le dan los ocupantes de este pabellón, considerando el conteo equivalente de tiempo completo (FTE) teniendo en cuenta a los ocupantes transitorios, del Código Uniforme de Plomería (UPC/IPC) tomando como referencia la guía LEED-EB: O&M. Anexo 2, valores mostrados en la Tabla 10.

Tabla 10.

Conteo equivalente de tiempo completo.

Tipo de accesorio	Duración (s)	Usos por día		
		FTE**	Transitorios (estudiantes/ visitantes)	Clientes minoristas
Servicios Sanitarios (Mujeres)	N/A	3	0.5	0.2
Servicios Sanitarios (Hombres)	N/A	1	0.1	0.1

Mingitorio (Mujeres)	N/A	0	0	0
Mingitorio (Hombres)	N/A	2	0.4	0.1
Lavatorio*	15*	3	0.5	0.2
Ducha	300	0.1	0	0
Fregadero	15	1	0	0

*Nota: *la duración por defecto fue de 12 segundos. Tabla traducida y Adaptada de la Guía de Referencia LEED-EB USGBC (2009). ** FTE: Equivalente de tiempo completo*

De la Tabla 10 podemos interpretar que el consumo deseable de los accesorios de agua en el pabellón F de acuerdo con los ocupantes, en cuanto a los servicios sanitarios es de 4.9 veces por día, el uso de los mingitorios es de 2.5 veces por día, el uso del lavatorio (12 segundos de duración) es de 3.7 veces por día, el uso de la ducha es de 0.1 veces por día con una duración aproximada de 300 segundos y el uso de los fregaderos es de 1 vez por día. Infiriendo que el uso por persona es del tiempo indicado por la tabla, el consumo de agua es bajo, pero si los ocupantes no tienen conocimiento del correcto uso de los accesorios, el consumo debería ser mucho mayor a lo esperado.

La Tabla 11 presenta el número de accesorios que posee cada piso del pabellón F, obteniendo un total de 8 inodoros, 8 mingitorios, 12 lavamanos y 53 grifos de laboratorio, 7 lavajeros y 12 duchas de emergencia, los cuales son utilizados por los FTE, los ocupantes transitorios o estudiantes y los clientes minoristas.

Tabla 11.

Accesorios sanitarios del Pabellón F.

Ubicación	Accesorios					
	Inodoros	Mingitorios	Lavamanos	Grifos de laboratorio	Lavajeros	Duchas de emergencia
Segundo Piso	4	4	6	27	4	6

Tercer Piso	4	4	6	21	3	6
Cuarto Piso	-	-	-	5	-	-
Total	8	8	12	53	7	12

En la Tabla 12 mostramos el flujo y la tasa de flujo que se utiliza por cada accesorio del pabellón F, de acuerdo con la eficiencia y al tipo de accesorio.

Tabla 12.

Flujo, descarga y tasas de referencia de accesorios sanitarios.

Accesorio de descarga	Tasa de Flujo (gpf***)	Accesorio de flujo	Tasa de flujo
Servicio sanitario convencional	1.6	Laboratorio privado convencional	2.20 gpm****
HET* descarga simple por gravedad	1.28	Laboratorio público convencional	0.50 gpm o $\leq$ 0.25 gpc
HET* descarga simple asistida por presión	1	Fregadero convencional	2.20 gpm
HET* descarga dual (descarga completa)	1.6	Fregadero de bajo caudal	1.80 gpm
HET* descarga dual (baja descarga)	1.1	Ducha convencional	2.50 gpm
HET* descarga dual (descarga de espuma)	0.05	Ducha de bajo caudal	1.80 gpm
Servicio Sanitario sin agua	0		
Mingitorio convencional	1		
HEU**	0.5		
Mingitorio sin agua	0		

Nota. *Inodoro de alta eficiencia por sus siglas en ingles. **Mingitorio de alta eficiencia, por sus siglas en ingles. Traducido y Adaptado de la Guía de Referencia LEED-EB USGBC (2009).***glp: Galones por flujo****Galones por minuto

Con todos los datos obtenidos se procedió a calcular la línea base utilizando los valores estándares de UPC/IPC. En la Tabla 13 se presentan los detalles de los consumos diarios.

Tabla 13.
Consumo Diario (gal).

Tipos de Accesorios	Usos por día		Cantidad de accesorios	Total, usos por día	Consumo UPC/IPC**	Consumo diario (gal)
	FTE *	Estudiantes				
Inodoro (Mujeres)	3	0.5	4	111	1.6	710.4
Inodoro (Hombres)	1	0.1	4	5.5	1.6	35.2
Mingitorio	2	0.4	8	44	1	352
Lavatorio y Grifos	3	0.5	65	193.5	0.63	7923.83

Nota: *Equivalente de tiempo completo**Código Uniforme de Plomería

La tabla nos muestra número de usos de los accesorios que utilizan agua de acuerdo con el número de FTE y estudiantes, además del número de accesorios presentes en el pabellón F, obteniendo de estos datos el consumo de galones por día, teniendo un consumo total de 5089.6galones por día, considerando un gasto de S./ 3249.61

4.1.4. Diagnóstico de la generación de residuos solidos

En los laboratorios del pabellón F se tienen diferentes contenedores: uno para vidrios, otro para residuos generales y otro para residuos peligroso; cada uno cuenta con una bolsa de plástico en su interior para la recepción de residuos (Loayza, 2023).

Se realizó un estudio sobre los residuos generado en los laboratorios de la Universidad Católica de Santa María en el año 2018, considerando residuos peligrosos y residuos comunes. Para el cálculo de la generación de residuos se trabajó durante 4 días seguidos por 2 semanas, tomándose datos de

todas las bolsas recogidas durante 24 horas, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 14.

Tabla 14.

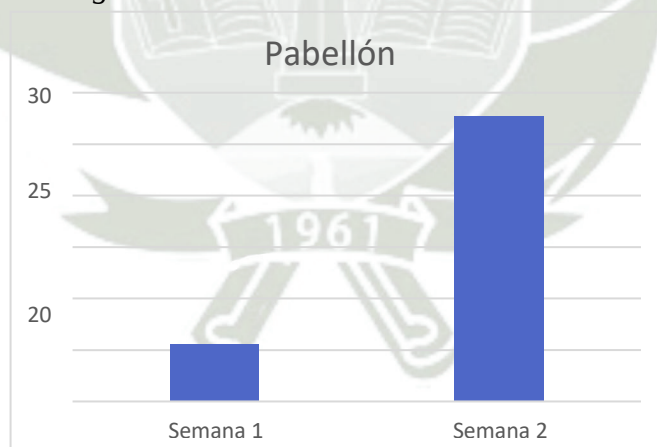
Generación de residuos sólidos.

	Laboratorio				
	Día 1, (kg)	Día 2, (kg)	Día 3, (kg)	Día 4, (kg)	Promedio
Semana 1	4.660	10.860	3.650	3.320	5.623
Semana 2	33.180	39.030	12.375	26.340	27.731

Como se aprecia en la Tabla 14, el promedio de la semana 1 es de 5.623 kg, este debido a la poca afluencia de alumnos y visitantes, ya que se tomaron las muestras en periodo vacacional. A diferencia de la semana 2, resultando un promedio de 27.731 kg, incrementando el peso promedio, debido a la afluencia normal de los alumnos. Pudiendo observar la diferencia en la Figura 4.

Figura 4.

Comparación residuos sólidos generados.



De acuerdo con los valores resultantes de la obtención de datos de la generación de residuos sólidos en el pabellón F, se procedió a estimar la cantidad total de residuos que son generados por los ocupantes de los laboratorios y auditorio durante 4 días por 2 semanas, como se puede observar en la Tabla 15.

Tabla 15.
Generación per Cápita

	Promedio (kg)	Personas	GPC (kg/persona/día)
Semana 1	5.623	31	0.1814
Semana 2	27.731	6900	0.0040

La generación per Cápita, disminuye cuando existe la asistencia de más ocupantes en el pabellón F, teniendo un valor mayor cuando hay menor cantidad de estos, siendo el GPC para la primera semana de 0.18 kg/persona/día y en la semana dos de 0.0040 kg/persona/día, siendo estos residuos no peligrosos. Los datos mostrados fueron tomados del estudio realizado por Loayza, (2023), donde se evaluó la generación de residuos sólidos de diversas áreas de la Universidad Católica de Santa María, siendo uno de ellos los laboratorios.

4.2. Identificación de las medidas de sostenibilidad para la edificación del Pabellón F del Campus Central de la Universidad Católica de Santa María

Las medidas de sostenibilidad que se proponen a continuación están basadas en la categorización que la Certificación LEED propone y se irán segregando según corresponda.

4.2.1. Ubicación y transporte

Prerrequisito: Rendimiento del transporte

Objetivo:

Reducir la contaminación y los efectos del transporte producidos por el uso de ellos por parte de los ocupantes del edificio.

Estrategias para su implementación:

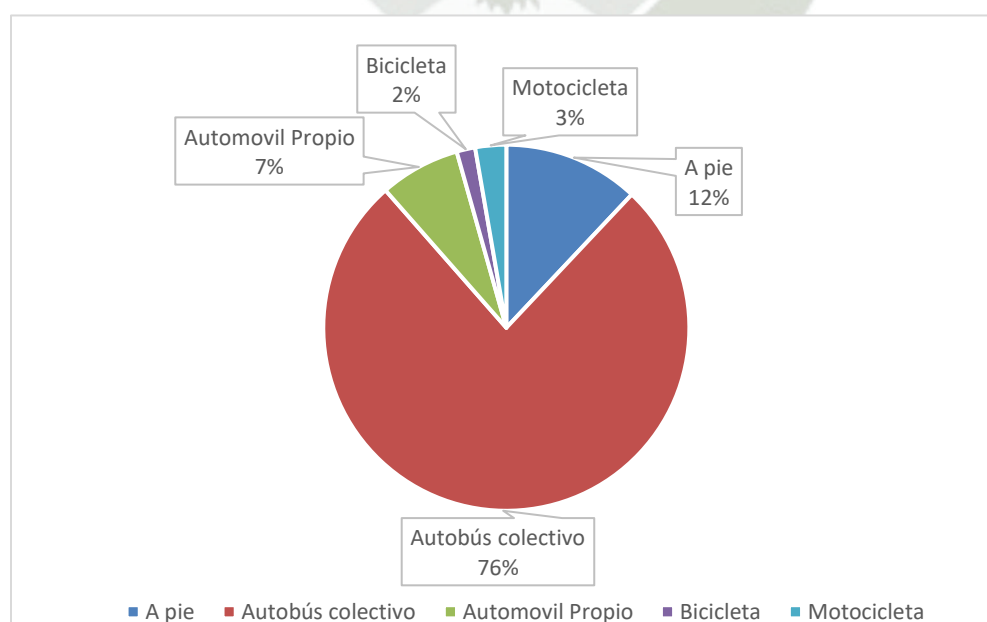
Se realizó una encuesta a los ocupantes del pabellón F sobre los modelos de transporte que tienen cada uno de ellos al momento de movilizarse hacia la Universidad Católica de Santa María, se consideró a los ocupantes habituales del pabellón como son los alumnos y los maestros. Para la encuesta se consideró una muestra representativa de los ocupantes regulares del pabellón F la cual se obtuvo mediante la Ecuación 3.

$$\text{tamaño de la muestra aleatoria} = \frac{\# \text{ de ocupantes regulares} \times 752}{\# \text{ de ocupantes regulares} + 752} \quad \text{Ecuación 3}$$

Con la información de nuestra línea base de ocupación se pudo determinar que el tamaño de la muestra es de 129 personas, a los cuales se les realizó la encuesta virtual (Ver Anexo 3) solicitando la colaboración de los profesores y de los estudiantes. Donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 5. Transporte utilizado por usuarios del Pabellón F.

Transporte utilizado por usuarios del Pabellón F



Como se puede observar en la Figura 5, el 76 % de los usuarios se movilizan en autobús colectivo, un 6% utiliza automóvil propio y apenas un 14% de los encuestados utilizan medios de transporte sostenibles.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se busca incentivar a los usuarios a utilizar los transportes colectivos, se busca que los ocupantes de edificios que viven cerca y que utilicen el pabellón en las mismas horas del día puedan desplazarse en el mismo vehículo, logrando así una máxima ocupación del vehículo y reduciendo en número de vehículos presentes en la universidad. También se propone poder acomodar el horario de entrada y de salida de las personas administrativas para que puedan utilizar el transporte público evitando las horas pico.

Se recomienda a la universidad limitar el ingreso de los estudiantes con vehículos y se busca aumentar el número de estacionamientos para las bicicletas que podrán ser utilizadas por los estudiantes y personal administrativo.

Se propone realizar campañas de concientización hacia las personas del pabellón con el fin de poder hacer un menor uso de los automóviles y autobuses, y buscar movilizarse a pie o utilizando vehículos que no hagan uso de combustibles como las bicicletas o motocicletas eléctricas. Y a la vez brindar un incentivo por parte de la universidad para aquellas personas que hagan uso menor de los automóviles. En la Tabla 16 se presentan algunos detalles sobre el plan de manejo sobre uso del transporte.

Tabla 16.

Plan de Manejo sobre el uso del transporte.

Propuesta de plan sobre el uso de automóviles y otro medio de transporte				
Nº	Objetivo	Meta	Actividades	Tiempo de ejecución

1	Capacitar al personal sobre el uso del transporte	2 capacitaciones	- Capacitación del personal sobre el impacto de los automóviles - Capacitación sobre beneficios de hacer uso de otros mecanismos de transporte	Semestral
2	Generar compromiso del personal	Compromiso del personal	- Apoyo en uso de nuevas formas de transporte hacia la universidad - Apoyo la construcción de estacionamiento para vehículos que no generen emisiones	8 meses

Para la aplicación de este plan, serían necesarias capacitaciones sobre el uso de transporte y el compromiso personal, realizando actividades relacionados con el impacto de los automóviles y sobre los beneficios de utilizar uso de otros mecanismos de transporte, uso de nuevas formas de transporte y el acondicionamiento de espacios para vehículos que no generen emisiones.

Presupuesto de implementación

El siguiente plan tiene un presupuesto de S/. 2600 como se puede observar en la Tabla 17.

Tabla 17.

Plan de Manejo sobre el uso del transporte.

Ítems	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario	Total
Capacitaciones	Servicio	2	S/. 400	S/. 800
Construcción del nuevo estacionamiento	Servicio	1	S/ 1800	S/ 1800
TOTAL				S/. 2600

4.2.2. Parcelas sostenibles

Prerrequisito: Gestión del agua de lluvia

Objetivo:

El objetivo de esta categoría es reducir la escorrentía que como consecuencia genera la saturación de la capacidad de los sistemas de infiltración naturales, aumentando la cantidad y contaminación de las escorrentías que transportan todo aquel contaminante que se encuentre en su camino

Planteamiento de estrategia a implementar

La ciudad de Arequipa se encuentra ubicada en la Ecorregión del Desierto del Pacífico y se caracteriza por su clima seco con un periodo de lluvias de diciembre a marzo con un promedio de 27.59 mm/ mes (SENAMHI, 2020). Esta categoría nos propone calcular el Percentil 95 que corresponde a la cantidad de lluvia que el 95 por ciento de todas las precipitaciones del periodo registrado no superan.

Para este cálculo se utilizaron los datos de la estación Meteorológica La Pampilla ubicada en el área de Biomédicas del campus de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA) a 2 km de nuestro edificio de proyecto. En el Anexo 4 se muestran los datos de precipitación diaria desde el año 2017 hasta el año 2021.

De acuerdo con la Guía de referencia para el diseño y construcción de edificios V4 (U.S. Green Building Council., 2013) se debe calcular el Percentil 95 para determinar la escorrentía que se genera y así poder captar el 25% de este volumen; basado en los datos obtenidos de SENAMHI el percentil 95 de la estación meteorológica La Pampilla es 15.39 mm. Para calcularla escorrentía utilizamos la Ecuación 4.

$$Vol = \%Escorrentia \text{ a disminuir} * Area impermeable * P95 \quad \text{Ecuación 4}$$

Desarrollando, tenemos:

$$Vol = 0.25 * 625.3 \text{ m}^2 * 15.39\text{mm}/1000$$

$$Vol = 2.405 \text{ m}^3$$

Como se mencionó antes Arequipa es una ciudad con escasas lluvias, lo cual se ve reflejado en la fórmula realizada donde podemos notar que el volumen de escorrentía a tratar producto de nuestra edificación es de 2.405 m³, volumen que al generarse se infiltra en las áreas verdes aledañas a la edificación, lo que da cumplimiento al crédito de la certificación. Sin embargo, cabe resaltar que el principal problema de las escorrentías es la contaminación que transportan, por lo tanto, a pesar del cumplir con el crédito solicitado por la certificación es necesario mantener la limpieza constante de los alrededores del edificio, así como de los techos, para lo cual se debe implementar un cronograma de limpieza que incluya techos y el pabellón.

Prerrequisito: Reducción de las islas de calor

Objetivo:

Minimizar los efectos en los microclimas en los hábitats de vida humana y silvestre

Planteamiento de la estrategia a implementar

Para esta categoría se realizó un cálculo de las áreas cubiertas y no cubiertas del área de estudio. Para lo cual se procedió a hacer una medición de las áreas relacionadas al pabellón F y se obtuvieron los siguientes resultados de la Tabla 18.

Tabla 18.

Distribución de áreas del Pabellón F.

Parámetro	Medida
-----------	--------

Zona no cubierta	14.3 m ²
Área de cubierta de alta reflectancia	611 m ²
Área de cubierta vegetal	153.28 m ²
Área total pavimentada	14.3 m ²
Área total de cubierta	611 m ²

Con las áreas aplicaremos la Ecuación 5 obtenida de la guía de referencia LEED v4. Considerando que el material de área cubierta es de hormigón liso beige con una reflectancia de IRS 0.43 (Venegas & Piderit, 2018).

$$\frac{\text{Área de estrategias – zonas no cubiertas}}{0.5} + \frac{\text{Área de cubierta de alta reflectancia}}{0.75} + \frac{\text{Área de cubierta vegetal}}{0.75} \geq \text{Área total pavimentada del sitio} + \text{Área total de cubierta}$$

Desarrollando tenemos:

$$\begin{aligned} \frac{14.3}{0.5} + \frac{611}{0.75} + \frac{153.28}{0.75} &\geq 14.3 + 611 \\ 28.6 + 814.66 + 204.373 &\geq 625.3 \\ 1047.633 &\geq 625.3 \end{aligned}$$

De esta manera se observa que las áreas estimadas que no generan calor alrededor del edificio suman. Este valor es superior a la suma de elementos de cubierta sólida y pavimento en el sitio que es 625.3. Por lo que el edificio en estudio no presenta un impacto mayor en cuanto a efecto islas de calor.

Propuesta de mejora categoría Gestión de agua de lluvia y Reducción de efecto Islas de calor

A pesar de cumplir con los créditos anteriores se hizo la propuesta de implementación de techos verdes, los cuales traen múltiples beneficios sociales económicos y sobre todo ambientales.

La implementación de techos verdes se pueden considerar tres tipos: los intensivos, semi-

intensivos y extensivos. En nuestro caso buscamos implementar los techos verdes extensivos que se recomiendan para edificios construidos y de poca accesibilidad, además que incluye menos costos de implementación y mantenimiento (Zielinski et al., 2012).

Características de instalación

Componentes del sustrato: De acuerdo con M. B. Rodríguez (2017) la instalación de techos verdes requiere de los siguientes componentes que permitan que el sistema de vegetación tenga condiciones óptimas para su desarrollo:

- Membrana impermeabilizante anti- raíz que inhibe el crecimiento radical de las especies vegetales.
- Capa drenante cuya función es recibir las precipitaciones y conducir las hacia los desagües de la cubierta. También puede servir como almacén de agua.
- Capa filtrante que evita el paso de las partículas finas del sustrato hacia la capa drenante.
- Capa de sustrato cuya función es servir de soporte físico a la capa de vegetación, suministrando los nutrientes, el agua y el oxígeno necesarios.
- Capa de vegetación con una selección de especies vegetales.
- Pendiente: de mínima de 2.86°
- Espesor de sustrato de 10 cm y un peso no mayor a 150 kg/m².
- Vegetación: menor a 40 cm de altura y profundidad de raíces no mayor a 10 cm
- Área propuesta: Azotea segundo piso: área 33.16 m²
- Cantidad de agua: para calcular el volumen se utilizó la Ecuación 6.

$$Vol\ Raices = Area\ techo\ verde * profundidad\ de\ raices \quad \text{Ecuación 6}$$

$$Vol\ Raices = 33.16\ m^2 * 0.1m = 3.316\ m^3$$

En la Tabla 19 se sintetizan los materiales necesarios para un techo verde.

Tabla 19.

Materiales para un techo verde.

Materiales para el techo verde		
	Insumos	Espesor
Capa de cubiertas verdes	Manta Asfáltica	2,8 mm
	Drenaje – Lamina drenante	20 mm
	Filtrante Geo dren –Geotextil	1 mm
	Vegetación	5 cm, 15 cm

Nota: Adaptado de M. B. Rodríguez (2017).

Al considerar que es un suelo a base de sustrato preparado, el porcentaje de microporos será el 12% del volumen del suelo ocupado por las raíces que corresponde a 0.397 m³ que equivalen a 397 L de agua.

Para el techo verde se instalará un sistema de riego con un largo de 9.7 m y ancho de 1.6 m, la cual se mantendrá con abono, por poda y prevención de plagas. Las especies que se proponen utilizar son las suculentas – Sedum y las cactáceas, ya que estas no requieren de grandes volúmenes de agua para su riego, pudiendo tener un riego trimestral en cuanto a las suculentas, y semanal o quincenal en cuanto a las cactáceas. En la Tabla 20 se puede apreciar de mejor manera las características de las especies propuestas.

Tabla 20.

Propuesta de especies para Techo Verde.

Especies	Suculentas - Sedum	Cactáceas
----------	-----------------------	-----------

Altura	20-50 cm	10-50 cm
Riego	Una vez a la semana	Una vez a la semana – cadaquince días
Mantenimiento	Trimestral	Dos veces al año
Características	Facil cuidado Rápida adaptación y propagación Adaptación a zonas áridas	Fácil adaptación Soportan rayos directos del sol (protección de pelos y espinas)
Imagen		

Presupuesto de implementación

En la Tabla 21 se señala lo necesario para la implementación del techo verde en el pabellón F, la que incluye membranas impermeabilizantes, una capa de drenaje y una capa filtrante con el fin de impedir la filtración de agua a la infraestructura, tierra del cultivo y arena gruesa para las suculentas y cactáceas, plantones de las especies propuestas, mano de obra para realizar la implementación del techo verde y por último los accesorios necesarios para la instalación del sistema de riego, con un gasto aproximado es de S/.5999.46.

Tabla 21.

Presupuesto Techos Verdes.

Costo techos verdes				
Insumos	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total

Membrana impermeabilizante anti- raiz Marca Mavegsa	Rollo	4	S/. 259.00	S/. 1036.00
Capa de drenaje Imptek Dren Jardín	Rollo	4	S/. 38.00	S/. 1,260.08
Capa filtrante Marca Mavegsa	m2	33.16	S/. 29.00	S/. 961.64
Tierra de cultivo	kg	300	S/. 0.28	S/. 84.90
Arena gruesa	kg	40	S/. 0.17	S/. 6.92
Plantones	UND	350	S/. 5.00	S/. 1,750.00
Mano de obra de instalación	SERV.	2	S/. 200.00	S/. 400.00
Instalación sistema de riego	SERV.	1	S/. 500.00	S/. 500.00
TOTAL				S/. 5999.46

Prerrequisito: Reducción de la contaminación lumínica

Objetivo

Aumentar la capacidad de visión del cielo nocturno, mejorar la visibilidad nocturna y reducir las consecuencias del desarrollo sobre la vida silvestre y en las personas.

Planteamiento de la estrategia a implementar

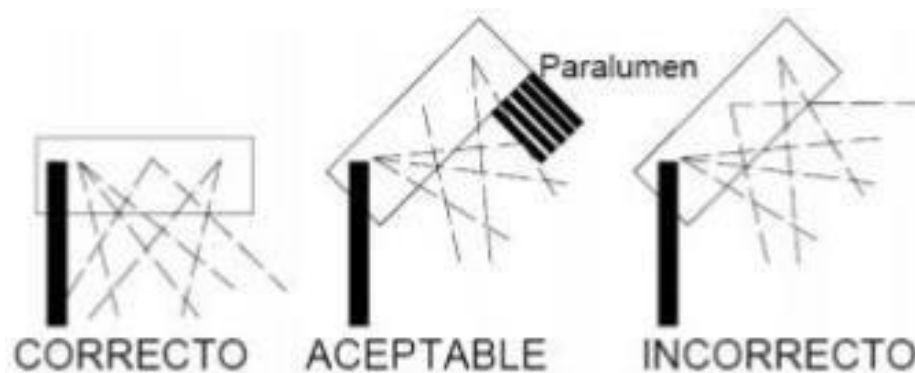
La iluminación externa de las edificaciones son un factor que influye mucho en la seguridad, protección y estética de las edificaciones. Sin embargo, los equipos inadecuados y su ubicación pueden causar contaminación lumínica además de generar un gasto innecesario de energía y la alteración de ciclos biológicos especialmente de las aves y en muchos casos genera una intrusión lumínica en los ambientes cercanos.

De acuerdo con el Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP, 2010) se proponen métodos de disminución de la contaminación lumínica de los cuales resaltamos los siguientes:

En la Figura 6 se presenta la forma correcta de control de flujo luminoso en proyectores elevados, más conocidos como postes.

Figura 6.

Control del flujo luminoso de proyectores.

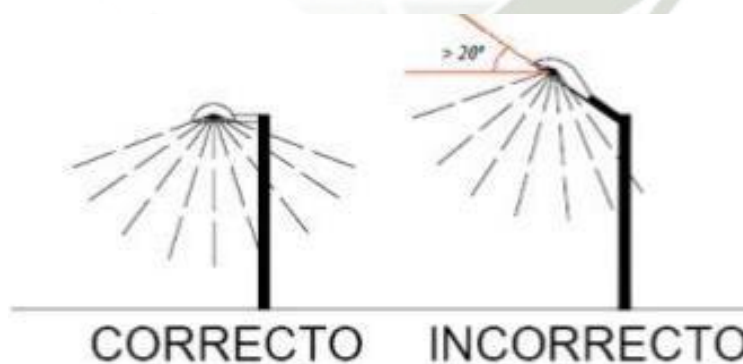


Nota: Tomado de Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (2010).

En la Figura 7 se presenta la inclinación adecuada de las luminarias utilizadas en los postes o farolas, la cual fue considerada en la propuesta.

Figura 7. *Ángulos de inclinación de las luminarias.*

Ángulos de inclinación de las luminarias

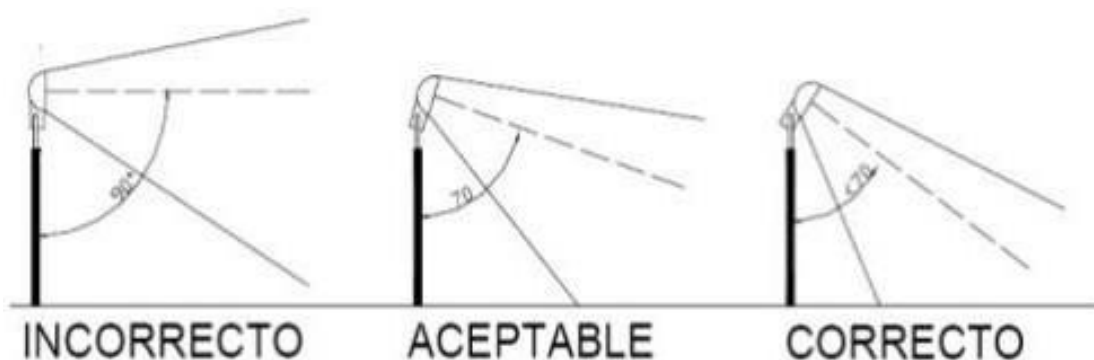


Nota: Tomado de Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (2010).

A la vez se debe mantener un grado de inclinación específico para los proyectores, presentes en la Figura 8, la que nos muestra el ángulo correcto a la que se debe proyectar la luz.

Figura 8.

Ángulos de inclinación de proyectores.



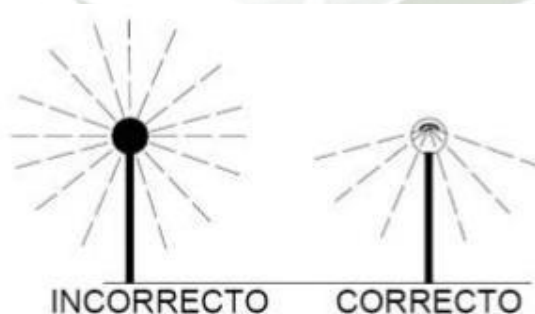
Nota: Tomado de Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (2010).

Para la protección de las luminarias exteriores se recomienda lo plasmado en la Figura 9.

Figura 9.

Protección de luminarias exteriores.

Protección de luminarias exteriores.



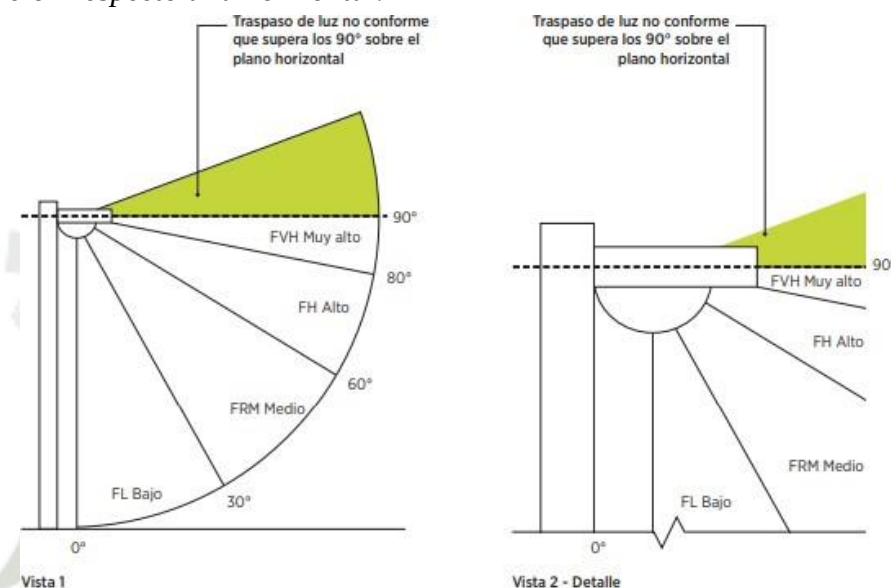
Nota: Tomado de Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP (2010).

Finalmente, el ángulo de inclinación respecto al plano horizontal del proyector debe cumplir algunos detalles específicos, los que se presentan en la Figura 10, donde se aprecian los ángulos más

oportunos para evitar la contaminación lumínica y gasto excesivo de energía. Pudiendo inferir de la figura que el ángulo óptimo para no perder luz es de 90° , con el que las luminarias o farolas cumplirían con su función.

Figura 10.

Angulo de inclinación respecto a la horizontal.

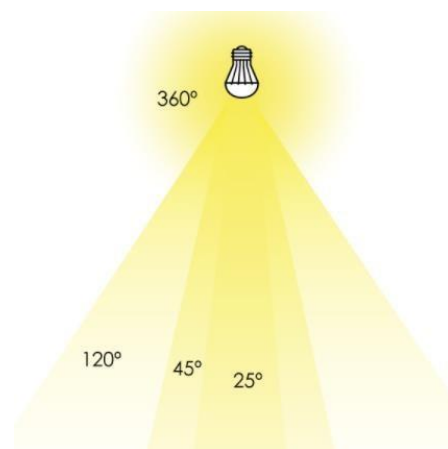


Nota: Tomado de U.S. Green Building Council. (2013).

Por otro lado, en la Figura 11 se presenta el ángulo de apertura de una luminaria convencional respecto a la altura en la que se ha colocado, como se puede apreciar el rango de iluminación expresada en grados, se reduce a medida que la luminaria este más elevada. Teniendo una mejor iluminación en el rango de 25° a 120° y la iluminación fuera de estos ángulos son ineficientes, volviéndose innecesarios.

Figura 11.

Apertura de la luz.



Nota: Tomado de U.S. Green Building Council. (2013).

Considerando lo estudiado en esta categoría, se proponen dos mejoras con el fin de cumplir con el objetivo, sin embargo, mostramos una diferencia al evaluar su sostenibilidad. Las propuestas consideradas se muestran a continuación.

Propuesta 1

En la Tabla 22 podemos observar las luminarias ubicadas en partes externas del pabellón F, las que fueron caracterizadas, señalando algunas propuestas de acuerdo con el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAB) para poder mejorar y disminuir su impacto sobre la calidad del medio ambiente.

Tabla 22.
Descripción de Luminarias instaladas.

Luminaria	Cantidad	Consumo energético mensual	Características	Gestión
	11	174.72 kWh/mes	Angulo de inclinación de 180° sin rejilla paralúmen	- Instalación de extensiones metálicas manteniéndolo a menos de 70°
	6	120.9 kWh/mes	Apertura de luz de 45° ángulo de inclinación menor a 90°	Luminarias LED no generan contaminación lumínica en el medio pudiendo permanecer en su posición
	2	33.6 kWh/mes	Angulo de inclinación mayor a 90°	A pesar de tener un ángulo mayor a 90° grados las luminarias cuentan con cubierta reflectante
	2	10.08 kWh/mes	Angulo de inclinación de 120° con protección paralúmen	Luminaria fotovoltaica independiente, con protección paralumen.
	1	23.52 kWh/mes	Luminarias en forma de globo sin protector Apertura de luz de 360°	Alto impacto sobre el medio ambiente por lo que se recomienda reemplazarla por luminarias que controlen el flujo luminoso por encima de la horizontal
TOTAL	22	416.64		

La primera luminaria mostrada en la tabla tiene un consumo mensual de 174.72 kWh, con un total de 11 unidades, la cual tiene un ángulo de inclinación de 180° , por lo que se recomienda la instalación de extensiones metálicas que permitan dirigir hacia abajo el haz luminoso manteniéndolo a menos de 70° . La siguiente luminaria son de tipo LED, las que consumen 120.96 kWh/mes, teniendo total de 6 unidades, cuenta con una apertura de luz de 45° de inclinación, por lo que no representan una amenaza para el medio ambiente, pudiendo permanecer en su ubicación. La tercera luminaria consume 33.6 kWh/mes, con un total de 2 unidades, con un ángulo de inclinación mayor a 90° , a pesar de esto, las luminarias cuentan con una cubierta reflectante que permite la distribución de la luz emitida y evitar la pérdida de esta. La cuarta luminaria consume 10.08 kWh/mes, contando con 2 unidades, esta tiene un ángulo de inclinación de 120° , este tipo de luminaria es independiente y tiene protección paralumen. Por último, la quinta luminaria identificada tiene un consumo de energía de 23.52 kWh/mes, siendo solo una unidad, es de tipo globo sin protector proporcionando un ángulo de iluminación de 360° , considerándose de alto impacto, recomendándose que sea reemplazada por luminarias que controlen el flujo luminoso por encima de la horizontal y además permita aprovechar más del 50% de energía que consume.

Presupuesto de implementación

En la Tabla 23 se presenta un presupuesto tentativo para el cambio de luminarias presentes en las afueras del pabellón F, tomando en cuenta las consideraciones de la anterior tabla. Se deberá considerar extensiones metálicas de 30 cm (11 unidades) con un total de inversión de S/. 770.00; también se deberá realizar la instalación de montaje y cableado (2 unidades) con un costo total de S/. 600.00 y también se deberá reemplazar la luminaria en forma de globo por una luminaria ENEC-CB de alta eficiencia (1 unidad), con un costo de S/. 408.96. para el cambio de luminarias será necesario un presupuesto total de S/. 1778.96.

Tabla 23.

Presupuesto de cambio de luminarias.

Luminarias exteriores				
Opción 1	Modificación y reubicación			
Insumos	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Extensiones metálicas de 30 cm	UND	11	S/. 70.00	S/. 770.00
Instalación: montaje y cableado	SERV.	2	S/. 300.00	S/. 600.00
Reemplazo luminaria: ENEC CB High Efficiency 160lm/w IP66 smooth back LED street light 60W	UND	1	S/. 408.96	S/. 408.96
Total, de inversión				S/.1,778.96

Nota. Los precios presentados son referenciales y pueden variar.

Propuesta 2

Reemplazo de luminarias por Luminarias solares autónomas

Actualmente la instalación de alumbrado exterior está conformada por sistemas convencionales de iluminación con una potencia de 150 W y son suministradas por una tensión eléctrica de 220 A que operan desde las 6:00 p.m. hasta las 6: a.m. Estos sistemas han demostrado una baja eficiencia del aprovechamiento de la energía eléctrica al solo aprovechar un pequeño porcentaje para convertirlo en energía luminosa.

Por lo que los sistemas no convencionales de energía se convierten en una opción rentable al generar un alto nivel de eficiencia, baja potencia y de intensidad lumínica aceptable alimentadas de voltajes de 12V, 24V, 30V, 64V, etc. (Alvarado & Jaramillo, 2010).

Se propone implementar sistemas fotovoltaicos con luminarias LED de alta intensidad donde cada luminaria puede tener una luminancia de 45 lx en un área de 20m x 8m a una altura de 6 m. Estos

sistemas están compuestos por dispositivos que cumplen funciones específicas con la finalidad de convertir energía solar en energía eléctrica, entre esos componentes tenemos:

- Panel solar: compuesto por celdas fotovoltaicas que generan electricidad de acuerdo con la luz que incide en ellas.
- Regulador de carga: Ajusta y regula la carga generada por el panel fotovoltaico, con el fin de proteger a las baterías de las sobrecargas y descargas que se puedan generar.
- Baterías: Almacenan la energía emanada por el generador, con la finalidad de gozar de energía eléctrica cuando sea necesaria.
- Inversor: Convierte la CC de 12 o 24 voltios almacenada en las baterías en CA de 120 o 230 voltios.
- Luminaria LED: El sistema fotovoltaico trabaja con luminarias LED para tener un ahorro en la potencia requerida del sistema. Para nuestro proyecto proponemos el uso de luminarias LED de 50 WATTS que reemplazan a las luminarias convencionales de 100 w y tienen una luminancia de 3000 a 4500 lúmenes.

Actualmente en el mercado se ofrecen luminarias solares autónomas, con bajo costo de adquisición e instalación, presentándose algunas opciones que se adaptan a nuestras necesidades.

Luminarias solares/ Atlas 50 W

En la Figura 12 se observa la apariencia de la luminaria solar Atlas 50 W. Características (De todo para tu casa y obra, Recojo en tienda, Devoluciones Gratis | Sodimac, s. f.):

- Diseño con panel solar integrado
- Batería de iones de litio
- Sensor de movimiento – PIR
- Encendido automático

- Tecnología TCS, control de temperatura para proteger la vida útil de la batería
- Garantía 3 años y tiempo de vida 10 años
- Potencia led: 50W
- Autonomía: 7 a 10 noches
- Altura de instalación: 5 metros
- Distancia entre postes: 15 metros
- Temperatura de funcionamiento: -20°C a $+60^{\circ}\text{C}$ y carga de 0°C a $+45^{\circ}\text{C}$.
- Angulo de Abertura: 140°

Figura 12. Luminaria solar/ Atlas 50 W

Luminaria solar/ Atlas 50 W



Luminarias solares/ Halo 50 W

En la Figura 13 se observa la apariencia de la luminaria solar Halo 50 W.

- Diseño con panel solar integrado
- Batería de iones de litio 360°
- Encendido automático
- Programación por Bluetooth
- Ahuyentador de aves
- Tecnología ALS, soporta de 7 a 10 días lluviosos o nublados
- Tecnología TCS, control de temperatura para proteger la vida útil de la batería
- Potencia led: 50W
- Autonomía: 7 a 10 noches
- Altura de instalación: 6 metros
- Distancia entre postes: 18 metros

Figura 13. Luminarias solares/ Halo 50 W.



Luminarias solares/ Halo 50 W.

Presupuesto de implementación

En la Tabla 24 se detalla el presupuesto de implementación de luminarias solares/ Atlas 50 W el

presupuesto sería de S/. 10,725.5 y de las luminarias solares/ Halo 50 W seria de S/. 11,125.00.

Tabla 24.

Presupuesto implementación de luminarias solares.

Opción 2		Sistema fotovoltaico		
Insumos	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Luminaria solar Luminarias solares/ Atlas 50 W	UND	5	S/. 1,938.30	S/. 9,691.50
Instalación	SERV.	2	S/. 200.00	S/. 400.00
Total, inversión			S/. 10,091.50	
Luminaria solar Luminarias solares/ Halo 50 W	UND	5	S/. 2,145.00	S/. 10,725.00
Instalación	SERV.	2	S/. 200.00	S/. 400.00
Total, inversión			S/. 11,125.00	

Prerrequisito: Gestión de la parcela: Mejora del sitio

Objetivo

Mantener los logros de sostenibilidad y sustentabilidad independientemente a futuros cambios demográficos, curriculares y de programas educativos.

Planteamiento de la estrategia a implementar

El estado actual de la edificación se considera el punto de partida para generar nuevas propuestas de sostenibilidad que deberán mantenerse a través del tiempo a pesar de los cambios que puedan suscitarse en la organización del espacio durante un periodo de 3 años, para lograr esto es necesario implementar un plan que refleje las metas que se desean alcanzar con objetivos de mejora, métodos para evaluar estas y monitoreo que nos permitan controlar los avances de estas propuestas de acuerdo con lo planificado. Este plan estará enfocado principalmente en la vegetación y suelos

presentes en el proyecto como se detalla en la Tabla 25.

Tabla 25.

Propuesta de Plan de Sostenibilidad y Sustentabilidad para el pabellón F de la Universidad Católica de Santa María.

Propuesta de plan de sostenibilidad y sustentabilidad para el pabellón F de la Universidad Católica de Santa María				
N°	Objetivo	Meta	Actividades	Tiempo de ejecución
1	Disminuir las áreas pavimentadas que incrementen el efecto islas de calor cambiándolas por áreas verdes con especies nativas con menor costo de mantenimiento.	1 techo verde	Identificación de áreas a trabajar	3 años
			Identificación de especies a implementar	
			Preparación de áreas y materiales	
			Mantenimiento de áreas	
2	Incrementar especies endémicas en las áreas verdes	20% de especies endémicas sembradas	Identificar áreas a sembrar	3 años
			Identificar especies de temporada	
			Identificar especies endémicas	
			Reemplazo de pasto por especies identificadas	
3	Implementación de plan de mantenimiento de áreas verdes	1 plan	Preparación de áreas y materiales	Anual
			Evaluación de Cambio de sustratos de techos verdes y jardines verticales	
			Sistema de riego por goteo automatizado	
4	Incrementar el compromiso ambiental de la institución y ocupantes de la edificación,	3 campañas	Manejo de plagas con productos ecológicos	Anual
			Organización de campaña de concientización de conservación de áreas verdes	

promoviendo su
participación en el
mantenimiento de estos
espacios

Convocatoria a participantes

Preparación de materiales

Presupuesto de implementación

En la Tabla 26 se detalla el presupuesto de implementación del Plan de Sostenibilidad tendría un total de S/. 8,546.98, el cual incluiría los techos verdes, la compra de especies endémicas onativas, el plan de mantenimiento y las campañas de concientización.

Tabla 26. Presupuesto de implementación de Mejora de sitio.

Presupuesto de implementación de Mejora de sitio.

Mejora del sitio				
Ítems	Unidad de medida	CANTIDAD	PRECIO UNIT	TOTAL
Techo verde	SERV.	1	S/. 5,686.98	S/. 5,686.98
Especies endémicas	UND	20	S/. 8.00	S/. 160.00
Plan de mantenimiento	SERV.	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
Campañas de concientización	SERV.	3	S/. 500.00	S/. 1,500.00
TOTAL				S/. 8,546.98

4.2.4. Eficiencia del agua

Prerrequisito: Rendimiento del agua

Objetivo:

Medir el desempeño del sistema de plomería que se encuentra en el pabellón F, con el fin de poder comprender los patrones de consumo y así poder identificar las oportunidades de ahorro

Estrategias para su implementación:

De los datos obtenidos en la línea base se observa que se tiene un consumo actual de 5089.6 galones/ día, por lo que se propone el reemplazo de inodoros convencionales que se tiene en los servicios higiénicos por inodoros de alta eficiencia, los que consumen entre 4.8 y 3.0 litros por descarga. Para el pabellón F se sugiere que se instalen inodoros de 3 litros por descarga para lograr minimizar el consumo del recurso agua, también se recomienda el uso de orinales sin agua en especiales aquellos que tienen un gel neutralizador para lograr una mayor eficiencia y tener una facilidad de mantenimiento. Además, se consideró la instalación de aireadores en los grifos de cada uno de los lavamanos con el fin de reducir el consumo de agua a un 50% y adicional a esto debe de incluirse la instalación de un medidor que permita cuantificar el consumo de agua en el pabellón F y así poder tener una medida exacta del consumo, así como el ahorro.

A continuación, se describen los equipos con los que reducirá el consumo de agua y hacerlo más eficaz en comparación con la línea base.

Inodoros de alta eficiencia Cadet Pro (American Standard) Ilustrado en la Figura 14.

- Máxima calificación en desecho de residuos: 1000 gramos con consumo de agua ultra-bajo.

- Exclusiva tecnología Power Wash Rim que limpia completamente la taza en cada descarga con acción sinfónica que garantiza el total desalojo de desechos.
- Cuenta con un esmalte EverClean el cual brinda un acabado brillante permanente que impide el crecimiento de hongos y bacterias causantes del mal olor en la superficie, permitiendo que el inodoro permanezca más limpio por más tiempo.
- Grado Ecológico: 4.8 litros por descarga (1.3 gpf o 4.8 lpf)
- Disponible en altura ergonómica o normal
- Certificado WaterSense de grado ecológico.

Figura 14. Inodoros de alta eficiencia Cadet Pro (American Standard)

Inodoros de alta eficiencia Cadet Pro (American Standard).



Urinarios Sloan 8186-0.125 en un urinario de alta eficiencia. Ilustrado en la Figura 15.

- Volumen de descarga: 0.125 gpf
- Acabado: Cromo pulido
- Sensor Infrarrojo con Campos de Detección Lobular, de Enfoque Múltiple para detección de objetivos altos y bajos
- Sobrepaso de medición fija y ajuste de volumen no externo para asegurar la

conservación del agua

- Certificación WaterSense

Figura 15.

Urinarios Sloan 8186-0.125.



Accesorios para grifos de lavamanos y laboratorio.

Ilustrado en la Figura 16 y Figura 17.

- Válvulas con cierre temporizado
- Conexión de entrada: ½"
- Presión de operación: 7.5 a 118 psi
- Consumo: 0.47 gpm
- Diseño Antivandálico, protege el mecanismo interno y evita que se desenrosque el pulsador
- Fabricado en bronce lo cual garantiza la resistencia a la corrosión por agua.
- Cuenta con la certificación WaterSense

Figura 16.

Instalación de aireadores para grifos.



Figura 17.

Accesorios para grifos de lavamanos y laboratorio.



Presupuesto de implementación

En la Tabla 27 se detalla el presupuesto de instalación de los accesorios sanitarios que sería de S/. 31,600.00.

Tabla 27.

Presupuesto de instalación de accesorios sanitarios.

Accesorio	Precio Unitario	Cantidad	Total
Inodoro Cadet Pro	S/. 1200	8	S/. 9600
Urinario Sloan	S/. 1300	8	S/. 10400
Accesorio para lavamanos y laboratorios	S/. 150	70	S/. 10500
Mano de obra de instalación	S/. 1100	1	S/. 1100
Total	S/. 2650	86	S/. 31600

4.2.5. Energía y atmósfera

La categoría energía y atmosfera está compuesta por tres prerequisites y dos créditos de categoría, sin embargo, se consideraron propuestas generales dado que tres de estos prerequisites estaban relacionados con el manejo de refrigerantes, los cuales no aplican para nuestro proyecto.

Objetivo

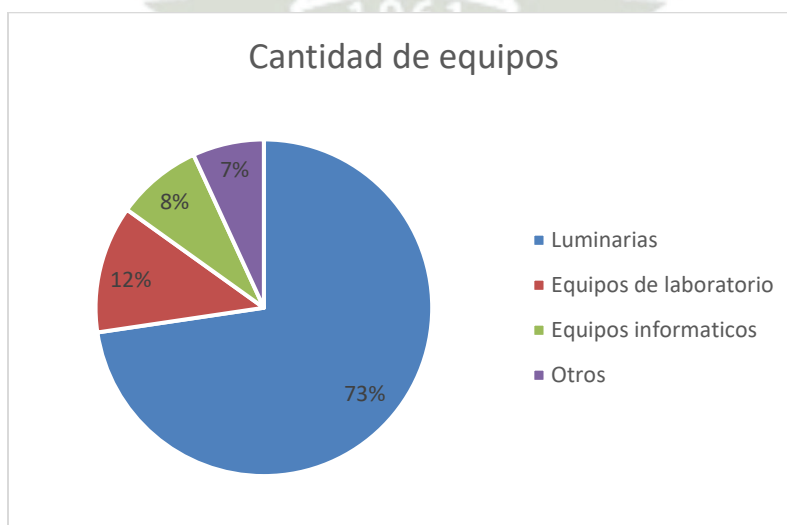
Esta categoria tiene el objetivo de optimizar el consumo energético en la edificación y disminuir los impactos ambientales reduciendo la cantidad de Gases de Efecto Invernadero emitidos y los gastos económicos asociados al consumo excesivo de energía.

Planteamiento de la estrategia a implementar

De acuerdo con nuestra línea base la edificación tiene un consumo energético de 38915.90 kWh mensuales, este consumo está distribuido en los equipos de laboratorio, equipos informáticos y luminarias internas y externas de la edificación.

Figura 18. equipos con consumo eléctrico.

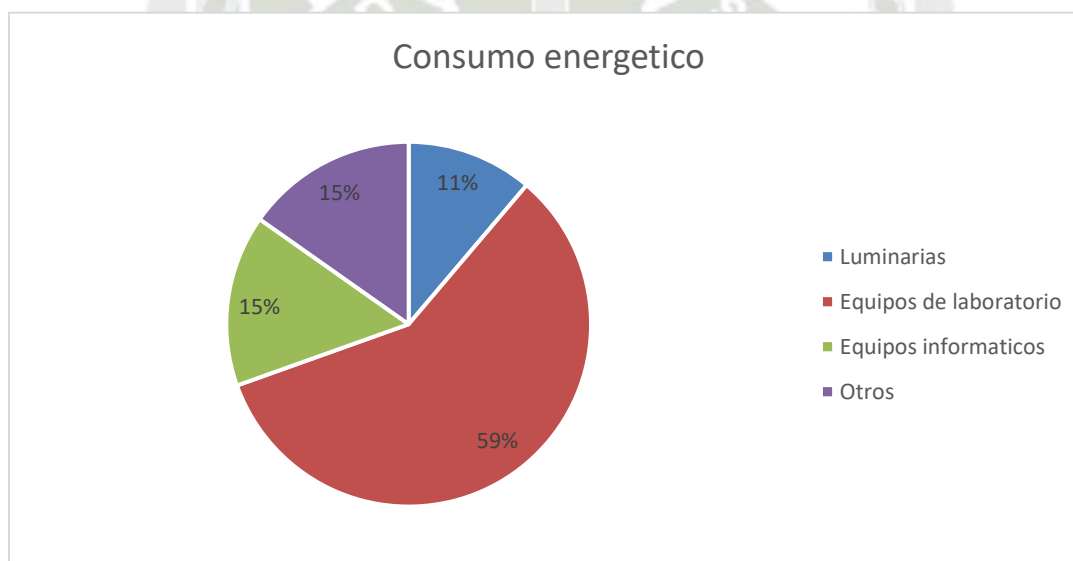
Distribución de equipos con consumo eléctrico.



Como se muestra en la Figura 18 el 73% de equipos con consumo eléctrico está representado por luminarias, debido a la cantidad que se encuentra en el pabellón, representando el 11% de consumo de energía, siendo que los equipos de laboratorio consumen el 59% de energía eléctrica en la edificación dicho porcentaje se puede apreciar con mayor claridad en la Figura 19, en donde adicionalmente observamos que un 15 % del consumo se da por el uso de equipos informáticos, que son de uso necesario en los ambientes del pabellón F.

Figura 19.

Consumo energético de equipos de pabellón F.



En la Figura 19 podemos observar que el 90% del consumo energético se da por los equipos de laboratorio, ya que la mayoría de estos se encuentran en constante uso, seguido por las luminarias, que debido al número y que solo se utilizan durante un determinado tiempo, representan el 5% de consumo, sumando los 5% restantes los equipos informáticos y otro.

Propuesta 1 para categoría Energía y atmosfera

Actualmente en el edificio tenemos 19 ambientes que en promedio cuentan con 16 lámparas de fluorescentes dobles de 36 W cada uno. Las luminarias fluorescentes son lámparas de

descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión y un gas inerte que tienen una gran eficiencia luminosa, sin embargo, aún tienen un impacto en el medio ambiente. Estas luminarias son utilizadas de 5 p.m. hasta las 9:30 p.m. Se propone el reemplazo de estos fluorescentes por tubos LED de 18 W que equivalen a los 36 W que se tienen instalados.

Hermético LED 18w Luz Fría – Ledvance

Especificaciones técnicas

Luminaria con difusor en policarbonato para sobreponer con diseño lineal y moderno. Equipada con LED de alta potencia con luz fría, que ilumina el ambiente de manera uniforme. Instalación fácil y rápida. Con Protección IP65 y Protección contra Impactos IK08. Ideal para iluminación de Estacionamientos, Vapores y Saunas, Hangares y Almacenes. Vida útil de 30,000 h. Ver la Figura 20.

Figura 20.

Hermético LED 18w Luz Fría – Ledvance.



Presupuesto de implementación

En los ambientes interiores del pabellón F de la Universidad Católica de Santa María tenemos 608 luminarias fluorescentes de 36 W cada una, al reemplazarlos por tubos LED de 18 W se tendría una inversión de S/. 50,679.20 con la instalación como se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28.

Presupuesto de implementación.

Luminarias interiores				
Modificación y reubicación				
Insumos	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Tubos LED	UND	608	S/. 79.90	S/.,48,579.20
Instalación: montaje y cableado	SERV.	7	S/. 300.00	S/. 2,100.00
Total				S/.,50,679.20

Propuesta 2 para categoría Energía y atmosfera

Como se mencionó antes el sistema que abastece de electricidad a la universidad es un sistema convencional cuyo proceso de generación tiene un impacto negativo en el medio ambiente, es por lo que se hace necesaria la evaluación de otros sistemas no convencionales como la producción de energía a partir de sistemas fotovoltaicos es decir transformar energía solar en energía eléctrica. Para poder introducir este tipo de energía es necesario hacer un estudio de factibilidad que permita disminuir el uso de la energía convencional y del mismo modo brinde un ahorro monetario para la Universidad Católica de Santa María.

Para poder implementar un sistema fotovoltaico se deberá determinar los siguientes factores.

- Evaluación de las características meteorológicas relacionadas con la incidencia solar sobre nuestro lugar de evaluación.
- Determinación de tipo, material, cantidad y ubicación de los paneles fotovoltaicos
- Evaluación de los factores de eficiencia de los paneles fotovoltaicos
- Determinación de los equipos para su instalación (paneles, regulador, baterías, inversores, entre otros)

Presupuesto de implementación

Es necesario realizar el estudio de factibilidad para la implementación del sistema fotovoltaico, los especialistas en base al consumo energético determinaran si la mejor opción es implementar un sistema fotovoltaico independiente o con conexión a la red, este estudio tendría un costo de S/. 10000.00 de acuerdo con la Tabla 29.

Tabla 29.

Presupuesto estudio de factibilidad para sistema fotovoltaico,

Estudio de factibilidad de implementación de un sistema fotovoltaico				
Ítems	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Estudio de factibilidad	SERV.	1		S/. 10000.00
Total				S/.10000.00

4.2.6. Materiales y recursos

Prerrequisito: Política de compras sostenible

Objetivo

Reducir el impacto ambiental que se puede generar por los materiales adquiridos para el uso en las operaciones y el mantenimiento del edificio.

Estrategias para su implementación:

Se creó un plan para comprar materiales y recursos que sean amigables con el medio ambiente, el cual se divide de acuerdo con los siguientes insumos:

Bienes de consumo continuo:

Se define como materiales de consumo continuo a los siguientes: papel (para fotocopias, impresiones, cuadernos, sobres y libretas) tintas para impresoras, carpetas y fólderes, sobres de manila, cartón, cartulina incluyendo artículos de escritorios como engrapadoras, grapas, clips, y cualquier otro tipo de material que comparte características similares con estos.

Se propone cambiar el papel convencional por otro que tenga la característica de ser reciclableo haya sido producido con materia de rápida renovación, producto de papel certificado por el Consejo de Administración de Bosques de los Estados Unidos (FSC)

Se debe realizar una base de datos con los proveedores de los productos de papel certificado por el FSC que se encuentren en la ciudad la que deberá ser actualizada al menos una vez cada 6 meses. Se debe tener una lista de los productos de papel requeridos para las operaciones realizadas dentro del pabellón F con sus respectivas especificaciones y la cantidad requerida para el inventario. Por otro lado, se propone reutilizar las hojas de las oficinas que se encuentran en el pabellón, con la finalidad de poder aprovechar ambas caras de un papel y así hacer un menor uso de este recurso.

Equipo eléctrico

Se propone realizar un inventario de los equipos eléctricos que se encuentran en el pabellón F que incluya su fecha de compra, características y vida económica esperada. Teniendo en cuenta estos datos se puede establecer una fecha aproximada para su fecha de cambio o mantenimiento.

Se debe de crear una lista de los proveedores que puedan brindar equipos que estén de acuerdo con los requisitos, para productos como monitores, computadoras, televisores, refrigeradores, enfriadores de agua, entre otros, pudiendo utilizarse aquellos equipos que tengan una

certificación ENERGY STAR.

Mobiliario

Se debe de realizar un inventario del inmobiliario existente en el pabellón F, teniendo en cuenta su fecha de compra, la condición en que se encuentran y su proyecto de vida económica.

Se tiene que planificar la compra de nuevas piezas de inmobiliario según sea necesario haciendo obligatorio el cumplimiento de al menos uno de siguientes requisitos que se encuentran en el crédito de acuerdo con la Certificación LEED (Castro, 2012):

- La compra debe de contener al menos un 10% de post-consumo o un 20% de material postindustrial.
- La compra debe contener al menos un 70% de material recuperado fuera del sitio o fuera de la organización.
- La compra debe de contener al menos un 70% de material recuperado del sitio a través de un programa interno de rehusó de materiales y equipos.
- La compra debe de contener al menos un 50% de materiales rápidamente renovables.

Se propone implementar una política en donde indica que es lo que se realiza con los desechos producidos durante el mantenimiento del edificio y la renovación de las instalaciones, ambas deben de manejarse por separado.

Presupuesto de la implementación

El presupuesto para materiales y recursos se presenta en la Tabla 30.

Tabla 30.

Presupuesto para materiales y recursos.

Ítem Oficina	Precio Unitarios	Cantidad	Total
Hojas Bond para Impresión	S/. 17.99	10	S/. 179.90
Sobre Manila	S/. 13.50	10	S/. 135
Tinta para impresión	S/. 140	2	S/. 280
Micas Protectoras	S/. 6.50	10	S/. 65
Grapas	S/. 3.60	10	S/. 36
Clips	S/. 4.40	10	S/. 44
Engrapadoras	S/. 10.50	4	S/. 42
Folders	S/. 5.80	12	S/. 69.6
Computadora Intel Energía Star	S/. 2210	10	S/. 22100
Impresora Hp Energy Star	S/. 1900	3	S/. 5700
Total	S/. 4312.29		S/. 28651.50

Prerrequisito: Política de renovación y mantenimiento de instalaciones

Objetivo

Separar los desechos generados durante el mantenimiento y la renovación de las instalaciones.

Estrategias para su implementación:

Se creó un plan para la gestión los desechos que se generan durante el mantenimiento del pabellón F y también para los desechos generados durante las renovaciones, demoliciones, reparaciones y adicionales realizadas al mismo Pabellón, esto aplica solamente a los elementos básicos del edificio, no se considera dentro de estos elementos el mobiliario y equipos eléctricos. El plan contiene los siguientes puntos:

- Aborda el almacenamiento, reciclaje seguro y el desvío de desechos que estén asociados a las actividades realizadas durante el mantenimiento.
- Aproxima el volumen de desechos generados y también identifica las estrategias de desviación de los desechos que se utilizarán para cada caso.
- Indica que los desechos de mantenimiento y de renovación se manejan cada uno por separado durante el proceso de desecho.

Además, se puede tercerizar este servicio contratando una empresa EPS-RS (empresa prestadora de Servicios de Residuos sólidos) para que haga una correcta eliminación de los residuos generados, se debe de considerar la frecuencia con la que se realiza el mantenimiento al Pabellón F

Teniendo en cuenta los materiales generados se puede realizar una segregación de los materiales:

- ✓ Madera: La madera generada se puede vender a empresas que la reutilizan para poder convertirla:
 - Fuente de energía: Se realiza a través del proceso de incineración
 - Fabricación de compost: Se puede obtener abono orgánico debido a que es material de origen orgánico
 - Ganadería: Se puede convertir en serrín y virutas siendo muy útiles para la limpieza (Miranda, 2020)
- ✓ Vidrio: el vidrio se puede vender a empresas que le dan un segundo uso:
 - Vidrio expandido: Se utiliza para el techo de los laboratorios y de hospitales debido a que se considera un material aséptico.

- Moving color: Se fábrica de vidrio de diferentes tamaños y colores, se usa para recubrir paredes y suelos. (SEGTEC Vidrio, 2020)
- ✓ Escombros: Se puede enviar a una fábrica que los separa por tipo, tamaño y poder destinarlos a otros usos como estabilizar el suelo, carreteras, mantenimiento de vías y rellenos. (Certificados energéticos, 2018)

Se debe disponer de una política de compras la cual debe de cubrir los productos y materiales que serán adquiridos para las actividades de mantenimiento y renovación de las instalaciones donde se incluye elementos del edificio que están unidos al mismo de forma permanente o semipermanente y a la vez excluye los accesorios y los equipos que no son considerados como elementos básicos de la construcción.

Presupuesto de la implementación

La Tabla 31 describe el presupuesto para materiales y recursos.

Tabla 31. Presupuesto de la implementación.

Presupuesto de la implementación.

Ítem	Costo
EPS-RS (empresa prestadora de servicio de Residuos Sólidos)	S/. 2000
Total	S/. 2000

Prerrequisito: Desempeño de residuos

Objetivo

Generar estrategias de manejo de residuos sólidos promoviendo el reciclaje, reducción y reaprovechamiento de residuos y disminuir el volumen de residuos que son enviados a los vertederos sin ser tratados.

Estrategias para su implementación N°1:

La principal estrategia para un adecuado manejo de residuos sólidos inicia con la sensibilización y concientización del personal, por lo que se propone capacitar al personal sobre manejo integral de los residuos en donde se involucra métodos de recolección, separación, aprovechamiento y valorización de los residuos los cuales se ven reflejados en la reducción de impactos ambientales.

Proceso de manejo de residuos

Para realizar un correcto manejo de los residuos generados, es necesario seguir los siguientes pasos:

- Segregación: consiste en agrupar elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados de forma especial.
- Almacenamiento: se refiere a la retención temporal de los residuos de segregación realizados en el pabellón F, Según la NTP 900.058.2023, los residuos generados en la edificación son considerados residuos municipales por lo tanto se debe contar con 4 contenedores de acuerdo a la Tabla N° 32.
- Recolección: consiste en recoger los residuos generados para que puedan ser entregados a un medio apropiado.
- Valorización: se debe de realizar antes de la disposición final, mediante actividades de

reciclaje, reutilización, compostaje entre otras alternativas. (Loayza Céspedes, 2023)

Tabla 32.

Contenedores de residuos en el pabellón F.

Color	Descripción
	Papel, cartón, vidrio, plástico, textiles, madera, cuero, empaques compuestos, metales.
	Restos de alimentos, restos de poda, hojarasca.
	Papel encerado, cerámicos, colillas de cigarro, residuos sanitarios.
	Pilas, lámparas y luminarias, medicinas vencidas, empaques de plaguicidas

Nota: Adaptado de NTP 900.058.2023

Además de la concientización del personal que realiza el manejo de los residuos, se propone también brindar un incentivo por parte de la universidad, para poder asegurar el cumplimiento de lo propuesto. Los detalles del plan de manejo de segregación de residuos son

En la Tabla 33 se presentan algunos detalles sobre el plan de manejo de segregación de residuos.

Tabla 33.

Plan de Manejo sobre segregación de residuos.

PROPUESTA DE PLAN SOBRE SEGREGACION DE RESIDUOS				
N°	Objetivo	Meta	Actividades	Tiempo de ejecución
1	Capacitar al personal sobre la segregación correcta de los residuos	3 capacitaciones	- Capacitación del personal sobre la correcta segregación de los residuos - Capacitación sobre beneficios que se obtiene al hacer la correcta segregación de los residuos	Trimestral
2	Incrementar el compromiso ambiental de la institución y de los ocupantes de la edificación del personal	3 campañas	- campaña de concientización - Apoyo por parte de la universidad en los incentivos que se brindaran para aquellos que realicen una correcta segregación	Trimestral

Presupuesto de la implementación

En la Tabla 34 de muestran los costos por el servicio de implementación equipos de compostaje y las capacitaciones para el personal, con un total de S/. 11200.00.

Tabla 34.

Presupuesto de la implementación.

Ítem	Unidad de medida	Precio Unitarios	Cantidad	Total
Compostaje	Servicio	10000	1	S/.10000
Capacitaciones	Servicio	S/. 400	3	S/. 1200
Total				S/. 11200

Propuesta N°2:

Se propone utilizar la plataforma Reverse Vending Recycle la cual consiste en 2 sistemas, uno físico y el otro en una web enfocada en la recolección y el canje de premio.

En el sistema físico consiste en de máquinas reverse, en donde los usuarios depositarían los envases PET y a cambio obtendrán un voucher con un código relacionado al peso y tamaño de los envases que depositaron. Existen varias compañías que se encargan de construir estas máquinas con las cuales se acumulara el material reciclado entre ellas tenemos Ecoven la cual ya cuenta con máquinas en 2 centros comerciales de la capital

En el sistema web se utilizará una plataforma tipo monedero en el cual los usuarios acumularan puntos obtenidos a través del voucher entregado de manera física, este código entregara puntos los cuales podrán ser acumulados y posteriormente canjeados por premios exhibidos en el sitio web cuya característica será que no emitan ningún tipo de residuo, pudiendo ser los productos de la universidad.

Se puede buscar la ayuda de patrocinadores y socios para que se beneficien a través de la publicidad mediante la instalación de las máquinas y a la vez dar a conocer sus productos eco amigables.

Al final se buscará realizar la comercialización del material obtenido por las maquinas hacia compradores de plástico reciclado (Oehrens Baquedano, 2016).

Figura 21.

Maquina EcoVen.



Presupuesto de la implementación

En la **Tabla 35**, se puede observar los valores referenciales a invertir para la implementación de esta propuesta, teniendo un total de S/. 25 500.

Tabla 35.

Presupuesto de implementación para el manejo de residuos sólidos.

Ítem	Unidad de medida	Precio Unitarios	Cantidad	Total
Maquina	Ítem	S/. 24000	1	S/. 24000
Implementación de la página Web	Servicio	S/. 500	1	S/. 1200
Incentivos por parte de la Universidad	Servicio	S/. 500	1	S/. 500
Total				S/. 25500

4.2.6. Calidad del ambiente interior

Esta categoría tiene el objetivo de evaluar la calidad del interior de los ambientes ocupados por el personal de acuerdo con las actividades que se realizan desde su mantenimiento hasta sus actividades rutinarias, sin embargo, durante este periodo no se ha podido realizar una evaluación detallada por la inocupación de los ambientes por el proceso de la pandemia que el país se encuentra atravesando. La categoría se basa en tres puntos básicos que describimos a continuación.

Prerrequisito: Calidad del aire interior

Objetivo

Establecer estándares mínimos de calidad de aire interior, para contribuir con el confort y bienestar de los ocupantes.

Planteamiento estratégico

Mantener la calidad del aire interior implica una serie de actividades como ventilación, limpieza y desinfección, control de plagas, mantenimiento y monitoreo constante de los ambientes que van a permitir que las actividades que se desarrollen en la edificación no afecten la salud de los ocupantes.

En el caso de la ventilación el pabellón F de la Universidad Católica de Santa María dispone de un pasillo abierto que permite el acceso a los laboratorios ubicados al costado de este pasillo, garantizando la ventilación natural de estos espacios.

Cada laboratorio dispone de dos puertas de ingreso y ventanas que abarcan aproximadamente el 30% de espacio de los ambientes permitiendo el flujo de aire constante.

Dado que la edificación cuenta con un sistema de ventilación naturales es necesario evaluar si esta es suficiente para garantizar el confort de los usuarios y una de la estrategia para poder evaluarlo es mediante la medición de la cantidad de CO₂ que se tiene en los ambientes. De acuerdo con la NTP 549: El Dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior del Ministerio de Trabajo y asuntos sociales de España, sugiere que la máxima concentración de CO₂ debe ser de 1000 ppm.

Por lo expuesto se recomienda elaborar una medición que nos indique cual es la concentración de CO₂ que se maneja en base a las actividades que se desarrollan en el área.

Presupuesto de implementación

El presupuesto estimado para el monitoreo de calidad ambiental interior es de S/. 1,700.00 el cual incluye el servicio del monitoreo y el alquiler de los equipos a utilizar como se detalla en la Tabla 36.

Tabla 36.

Presupuesto de implementación medidas de calidad interior.

Monitoreo de calidad ambiental interior				
Ítems	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Monitoreo de CO2	SERV.	1	S/. 1,200.00	S/.1,200.00
Alquiler de equipos	SERV.	1	S/. 500.00	S/. 500.00
Total				S/.1,700.00

Prerrequisito: Control del humo de tabaco

Objetivo

Este punto tiene como objetivo prevenir o minimizar la exposición al humo de tabaco ambiental de los ocupantes del edificio, las superficies interiores y los sistemas de distribución del aire de ventilación

Planteamiento estratégico

Para este requisito previo, fumar incluye el humo del tabaco, así como el humo producido por la combustión de cannabis y sustancias controladas y las emisiones producidas por los dispositivos electrónicos para fumar.

De acuerdo con el reglamento de estudiantes de la Universidad Católica de Santa María, el consumo de tabaco en espacios abiertos o cerrados de los espacios universitarios se encuentra prohibido. Este reglamento aplica a estudiantes, administrativos, docentes y toda aquella persona que se encuentre en la universidad. Por tal motivo, la universidad coloco señales que indican esta prohibición, previniendo efectos adversos en los ocupantes de la edificación.

Prerrequisito: Limpieza sostenible

Objetivo

Reducir el nivel de exposición del personal de limpieza y ocupantes en general a contaminantes químicos, biológicos y particulado que puedan afectar su salud, así como la calidad del aire.

Planteamiento estratégico

El servicio de limpieza de todos los pabellones de la universidad actualmente es un servicio tercerizado, sin embargo, se puede hacer las recomendaciones a la empresa con la que se trabaja para poder alcanzar un ambiente interno higiénico y seguro en cuanto el manejo de productos de limpieza, procedimientos de remoción y eliminación de residuos, establecimiento de horarios de limpieza entre otros que permitan mantener el ambiente y al personal resguardado.

Recomendaciones:

- Implementar un plan de limpieza que sea trazable desde la adquisición de productos hasta el desecho de los residuos de estos.
- Uso de productos de limpieza certificados de acuerdo con el tipo de tarea a desempeñar, se pueden utilizar los productos de etiquetado ecológico de tipo 1 que se describen en la norma ISO 14024:1999
- Los trabajos de limpieza de áreas se desarrollan de manera manual, sin embargo, si se llegara a implementar un sistema mecanizado, estos equipos deben tener un diseño ergonómico que disminuya las vibraciones, el ruido y la fatiga del personal.

Prerrequisito: Gestión integrada de plagas

Objetivo

Preservar las características naturales del suelo y minimizar las consecuencias de plagas en

las áreas verdes, así como la exposición del personal a pesticidas, herbicidas artificiales.

Planteamiento estratégico

Se desarrolló una propuesta de plan para manejar posibles amenazas de plagas y del mismo modo prevenirlas, en la Tabla 37 se desarrollan las actividades propuestas.

Tabla 37.

Plan de manejo integrado de plagas.

Propuesta de plan de manejo integrado de plagas				
N°	Objetivo	Meta	Actividades	Tiempo de ejecución
1	Capacitar al personal en manejo de especies y plagas	2 capacitaciones	- Capacitación del personal en manejo y mantenimiento de áreas verdes - Capacitación en elaboración de insumos eco amigables	Semestral
2	Generar herramientas de control para plagas	1 manual de control de plagas	- Identificar plagas frecuentes en áreas verdes - Medidas de prevención - Método de control - Identificación de insumos	1 año
3	Generar compromiso de la institución	Compromisos de la institución	- Apoyo en el fomento de actividades relacionadas el mantenimiento de áreas verdes - Apoyo en la adquisición de insumos ecológicos	6 meses

Presupuesto de implementación

El plan propuesto tiene un presupuesto de implementación de S/. 2,200.00, el que incluye capacitaciones para el personal y la elaboración de un manual de mantenimiento, como se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38.
Plan de manejo de plagas.

Manejo de plagas						
Ítems	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario		Total	
Capacitaciones	SERV.	2	S/.	500.00	S/.	1,000.00
Elaboración manual de mantenimiento	SERV.	1	S/.	1,200.00	S/.	1,200.00
Total					S/.	2,200.00

4.2.7. Innovación y prioridad regional

Prerrequisito: Innovación en operaciones:

Se evaluó y se buscó premiar las acciones innovadoras que tengan un impacto positivo sobre las estrategias de sostenibilidad y se propuso el desarrollo de nuevas acciones que no estén incluidas en la guía de referencia.

Profesional acreditado LEED

Objetivo

Dar soporte a las operaciones, alteraciones, adiciones, integraciones y mantenimiento de los equipos utilizados para coordinar el proceso de certificación

Estrategias para su implementación:

Contar con un profesional acreditado es un recurso muy valioso debido a que puede ayudar al equipo en el entendimiento de los elementos del sistema de evaluación, la importancia de considerar la interacción entre los prerrequisitos, los créditos y durante el proceso de aplicación.

La inclusión de un profesional acreditado en el equipo se puede llevar a cabo de las siguientes2

formas:

- Involucrar a un individuo dentro del equipo de trabajo que sea un profesional LEED-AP para que pueda participar en el proceso de certificación.
- Contar con un profesional LEED-AP para que pueda apoyar durante el proyecto, teniendo en cuenta la experiencia y las prácticas industriales ecológicas en el desarrollo de operaciones.

Para el caso del pabellón F, el equipo de trabajo debe de estar formado por los representantes administrativos y cada uno de los encargados de los diferentes laboratorios, debido a que ninguno de estos participantes cuenta con una acreditación LEED AP, proponiéndose la contratación de un profesional acreditado con el fin de poder cumplir con el requerimiento del crédito.

Otra opción es que se fomente la acreditación de los profesionales en ingeniería o arquitectura de la Universidad Católica de Santa María, financiando el costo del curso de preparación como LEED AP, con el fin de que este personal capacitado pueda ayudar al grupo durante el proceso de certificación del pabellón F y más adelante pueda apoyar con los otros pabellones que se encuentren dentro de la universidad.

La participación de un profesional LEED AP es una importante oportunidad para lograr la certificación del Pabellón F, y a largo plazo se puede ampliar el horizonte e integrar los componentes de sostenibilidad a los diferentes pabellones de la Universidad Católica de Santa María incluyendo el diseño de los nuevos edificios.

Presupuesto de Implementación

La Tabla 39 muestra los costos para poder contar con personal acreditado, el cual sera guía para la implementación de las medidas de sostenibilidad propuesta y poder alcanzar un

reconocimiento y certificación por ser una construcción sostenible reconocida.

Tabla 39.

Presupuesto para considerar un Profesional acreditado.

Ítems	Costo en Soles
Costo del curso Leed	S/. 4000
Costo de un asesor Leed	S/. 2500

El costo del Asesor Leed solo incluye el asesoramiento y la ayuda durante todos los trámites necesarios para poder realizar la certificación, no está incluido el costo de registro, el de revisión entre otros costos.

4.2.9. Discusión

Se evaluó cada una de las medidas que podrían ser aplicadas en la edificación del pabellón F, considerando las mejores estrategias para su implementación.

Como primer hallazgo, se pudo observar que el 82% de los ocupantes encuestados usa como medio de transporte un autobús o automóvil propio como medio de transporte desde sus hogares hacia la universidad, considerando el número de personas que utilizan el pabellón no es un número muy grande, pudiendo utilizar opciones más ecoamigables.

En el segundo hallazgo, para la eficiencia del uso de agua se vio que el mayor consumo de este recurso se realiza por el uso de los grifos y lavatorios en el pabellón, al llegar a sustituirlos accesorios antiguos por los nuevos, los que tiene un consumó menor, se reducirían los costos del servicio que nos brinda el agua potable, se puede observar en otros estudios similares como el de Girón & Mina (2016) en donde al realizar la sustitución de los accesorios se obtuvo el resultado óptimo.

En el tercer hallazgo, se observó que los equipos de laboratorio consumen un 59% del total debido a su constante uso, y un 11% producido por las luminarias, se puede llegar a reducir el consumo generado por las luminarias al cambiarlas por aquellas que cuenten con sistema LED de alta potencia, en otras investigaciones como la realizada por Girón & Mina (2016) en las cual se realizó el cambio del sistema de iluminación y se llegó a obtener un ahorro del consumo de energía.

En las demás medidas se observa que, si se llega a aplicar las diferentes estrategias que se propuso para cada punto, se puede convertir al pabellón F un edificio sostenible.

4.4. Descripción del comportamiento esperado de la edificación al implementar las medidas de sostenibilidad en el pabellón F del Campus Central de la Universidad Católica de Santa María en cuanto los aspectos ambientales, sociales y económicos

4.4.1. Ubicación y transporte

Beneficios Ambientales

- Reducción de emisiones de GEI priorizando el uso de transportes no motorizados, de acuerdo con el (Banco Interamericano de Desarrollo, 2013) por cada kilómetro de área construida para bicicletas se estaría reduciendo aproximadamente 250 toneladas de CO₂ al año, tal como se pudo demostrar en Guangzhou, China donde la implementación de 113 estaciones para 5000 bicicletas le permitió a la ciudad ahorrar 2200 toneladas de CO₂ durante el periodo 2009-2010. Por otro lado, el uso de transporte público podría generar 5.5 veces menos emisiones en términos de viajero por kilómetro que utilizar transportes privados tal como lo expuso Francisco Iglesias, consejero de Alsa, Operador líder en movilidad en España en una entrevista brindada a Corresponsables de España.
- Reduce la generación de ruido producido por el constante embotellamiento generado por el uso masivo de vehículos privados dentro de la ciudad.
- Reduce el consumo de combustibles fósiles utilizados para el funcionamiento de los automóviles propios debido a que estos consumen el 45% del petróleo extraído.

Beneficios Sociales

- Según el centro Moriguchi de Salud en Osaka que realizó un estudio sobre las personas que utilizan el transporte público, a los peatones, a los ciclistas y por otro lado a los conductores de automóvil propio, las personas que utilizan el transporte con lo cual se concluyó que las personas que usan el transporte público son 44% menos propensos a

presentar sobrepeso, 27% menos propenso a tener presión arterial alta y un 34% menos propenso a padecer diabetes.

- Se produce un descenso del estrés y la ansiedad generado por el intenso atascamiento los cuales repercuten negativamente en la salud mental de las personas.
- Se puede aprovechar el tiempo en el trayecto en el autobús para leer un libro, escuchar música o relajarse un poco sin estar pendiente del tráfico.

Beneficios Económicos

- Según Up Spain el uso del transporte público por parte del personal que utiliza el pabellón F resulta mucho más económico que el uso del vehículo propio ya que a los gastos de uso del vehículo se agrega el costo del mantenimiento, seguro y combustible.
- Quien haga uso de bicicleta o se transporte caminando obtendrán un ahorro económico considerable considerando que los precios del combustible se incrementan cada año

4.4.2. Parcelas sostenibles

4.4.2.1. Gestión del agua de lluvia y Reducción efecto islas de calor

Para el caso de esas dos categorías, de acuerdo con las metodologías presentadas por la guía de referencia de LEED V4.1, nuestra edificación no tiene un impacto negativo significativo. Sin embargo, se hizo la propuesta de implementar techos verdes que nos permiten alcanzar objetivos mayores de sostenibilidad. A continuación, se realizará la descripción de los beneficios que se obtendrían al implementar esta medida.

La implementación de techos verdes en las edificaciones es una técnica que se viene utilizando en los últimos años y actualmente se sigue promoviendo su implementación debido a los múltiples beneficios que traen consigo, a continuación, se presentan los beneficios más resaltantes de acuerdo con un análisis realizado por Zielinski et al. (2012).

Beneficios ambientales

- Regulación de temperatura: Los techos verdes funcionan como un aislamiento térmico que permite la regulación de la temperatura en los ambientes de la edificación, de acuerdo con estudios realizados en Nottingham Trent University si la temperatura exterior promedio es de 18.4°C , bajo la membrana del techo verde se tiene una temperatura de 17.1°C demostrando que estas áreas reducen la temperatura de los ambientes mejorando el confort de los usuarios.
- Por otro lado, el área ocupada por la vegetación reduce las áreas techadas con una reflectancia elevada lo que permite no solo regular la temperatura interior de los ambientes, sino que también permite regular la temperatura ambiental exterior disminuyendo los efectos de islas de calor.
- Mejoramiento de la calidad del aire, mediante el proceso de fotosíntesis las plantas capturan el CO_2 presente en el aire y liberan oxígeno a la atmósfera, de acuerdo con estudios realizados en Hong Kong se concluyó que un techo extensivo en un día soleado puede reducir la concentración de CO_2 en su entorno hasta en un 2% y de acuerdo con otros estudios estos techos pueden reducir hasta un 37% la concentración de dióxido de azufre y 21% del ácido nítrico.
- Manejo de aguas pluviales: de acuerdo con la evaluación que se realizó Arequipa no tiene un alto nivel de precipitaciones sin embargo durante el periodo de diciembre a marzo es necesario controlar el flujo y volumen de escorrentía que se puede generar. La vegetación presente en los techos verdes captura el agua de lluvia, la almacena en el sustrato y luego la liberan mediante el proceso de evapotranspiración. De acuerdo con estudios realizados, los techos verdes pueden retener entre un 40-80% de la precipitación anual que cae sobre

ellas y un sustrato de 12 cm de profundidad como el de nuestra propuesta demora hasta 12 horas en comenzar a liberar el agua almacenada durante un evento de lluvia y continúa liberándola durante cerca de 21 horas lo que ayuda a reducir la tasa de flujo y el volumen de la escorrentía.

- Reducción de ruido: la vegetación junto con el sustrato instalado funciona como un aislamiento acústico funcionando como una barrera de sonido que ingresa a la edificación. En las cubiertas verdes, una parte de la onda es absorbida por las plantas y el sustrato, y otra parte es reflejada y desviada.

Beneficios sociales

- Mejora la calidad de vida de los habitantes proveyendo de beneficios psicológicos y físicos a los usuarios.
- Aportan un factor para el paisajismo natural, favoreciendo la integración de la edificación en el entorno natural.
- Responsabilidad ambiental, la implementación de estos espacios hará que nuestra institución tenga un valor agregado frente a otras instituciones ya que la implementación de estas tecnologías difiere con los demás edificios en áreas urbanas permitiendo su reconocimiento mejorando su estrategia de marketing.

Beneficios económicos

- El sistema de cubierta extensivo tiene un bajo costo de instalación y mantenimiento
- Los materiales son de fácil alcance en el mercado

4.4.2.2.Reducción de la contaminación lumínica

Beneficios ambientales

Para determinar las Emisiones de kg CO₂ eq/kWh generadas por nuestro sistema de luminarias utilizaremos los factores de emisión para energía eléctrica presentados por Torres et al. (Torres, 2021) en su tesis Análisis de Reducción de Gases de Efecto Invernadero con la Implementación de Celdas Solares Conectado a Red para Generación de Energía.

- Generación de CO₂

Sistema convencional: 1.290 kg

$$24998.4 \text{ kWh} * \frac{1.290 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ kWh}} * \frac{1 \text{ ton CO}_2}{1000 \text{ kg CO}_2} = 32.25 \text{ ton CO}_2$$

Energía hidráulica: 0.007 kg CO₂/kWh

$$24998.4 \text{ kWh} * \frac{0.007 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ kWh}} * \frac{1 \text{ ton CO}_2}{1000 \text{ kg CO}_2} = 0.17 \text{ ton CO}_2$$

Generación de ton Co₂ con Energía fotovoltaica: 0.083 kg CO₂/kWh

$$1095 \text{ kWh} * \frac{0.083 \text{ kg CO}_2}{1 \text{ kWh}} * \frac{1 \text{ ton CO}_2}{1000 \text{ kg CO}_2} = 0.09 \text{ ton CO}_2$$

Como resultado de la implementación del sistema fotovoltaico se tendría una disminución de generación 99.72% de ton CO₂.

Beneficios sociales

- La instalación de sistemas fotovoltaicos nos permite tener mayor cobertura de iluminación con menor cantidad de luminarias.
- Sistema independiente de la red eléctrica, por lo tanto, no requiere de cableados para su instalación y no necesita mantenimientos costosos más que la limpieza de los paneles.

- Encendido automático, carga automática con batería de duración de 7-8 noches

Beneficios económicos

- El consumo energético de los sistemas fotovoltaicos independientes por un periodo de 5 años representa el 4.38 % del consumo energético del sistema convencional instalado actualmente.
- En términos económicos con un sistema convencional se tiene un gasto de S/. 11,487.08 en 5 años mientras que nuestro sistema fotovoltaico tiene un gasto de S/. 0.0 de pago de servicio energético.

El detalle de los costos indirectos del sistema energético propuesto se presenta en la Tabla 40.

Tabla 40. Costos indirectos sistema energético.

Costos indirectos sistema energético.

Gastos		Modificación y reubicación			Sistema fotovoltaico		
		Cantidad	Preciounitario	Total	Cantidad	Precio unitario	Total
Consumo eléctrico en tarifa 25.95 Cent. S./kWh en un plazo de 5 años encendido y apagado mecánico	kwh	24998.4	S/. 0.26	S/6,487.08	1095	S/. -	S/. -
Mantenimiento	SERV.	5	S/1,000.00	S/5,000.00	-	S/. -	S/. -
TOTAL				S/11,487.08			S/. -

4.4.2.3. Gestión de la parcela: Mejora del sitio

Beneficios ambientales

- El incremento de áreas verdes proporciona una mejor calidad de aire al capturar

partículas de humo y polvo y gases de efecto invernadero mediante la fotosíntesis.

- Se generan microclimas que permiten la disminución del efecto islas de calor.
- El uso de insumos ecológicos para el mantenimiento de áreas verdes permite mantenerlas condiciones naturales de los suelos.

Beneficios sociales

- Contribución en la salud física de los usuarios, como consecuencia disminución de enfermedades respiratorias
- Reducción de estrés, las áreas verdes proporcionan ambientes relajantes y de confort.
- Confort térmico, espacios de sombra y esparcimiento para los usuarios
- Incremento de compromiso ambiental de por parte de la institución y los usuarios

Beneficios económicos

- Disminución del costo de mano de obra de mantenimiento de áreas verdes
- Menos consumo de insumos de mantenimiento.

4.4.3. Eficiencia del agua

Beneficios Ambientales

- El uso de los nuevos sanitarios tiene un gasto de 4.8 litros por descarga lo que equivale al uso del 50% del agua menos que con los sanitarios convencionales.
- Los nuevos urinarios tienen un consumo por descarga de 90% menos que los urinarios convencionales.
- El consumo de agua utilizado por el pabellón será menor aproximadamente en un 49% permitiendo que la universidad reduzca su impacto ambiental en el medio ambiente

Beneficios Sociales

- El uso correcto del agua permite crear una conciencia ambiental en el personal que utiliza el pabellón F.
- Se Realizó un cálculo de consumo detallado en la Tabla 41 teniendo en cuenta los nuevos accesorios y se tuvo un consumo de 4490.765 galones /día con lo cual se ahorraun 50.22 % en el consumo de agua. El hacer un menor consumo del agua por parte delas personas que utilizan el pabellón puede permitir que la empresa prestadora de servicios de agua distribuya el recurso hacia otras zonas que no tengan un acceso continuo.

Tabla 41.

Ahorro de consumo de agua.

Tipos de Accesorios	Usos por día		Cantidad de accesorios	Total, usos por día	Consumo UPC/IPC	Consumo diario (gal)
	FTE	Estudiantes				
Inodoro (Mujeres)	3	0.5	4	111	1.27	563.8
Inodoro (Hombres)	1	0.1	4	5.5	1.27	27.94
Mingitorio	2	0.4	8	44	0	0
Lavatorio y Grifos	3	0.5	65	193.5	0.31	3899.03

Beneficios Económicos

Como se puede observar en la Tabla 42 consumo de agua que se produce con los nuevos accesorios es mayor en más de un 50% del consumo de agua generado por los accesorios convencionales. Se tiene un ahorro económico aproximado de S/. 25583.76 por año.

Tabla 42.

Ahorro económico de agua.

Tipo de accesorio	Consumo accesorios convencionales (g/día)	Consumo de los nuevos accesorios (g/día)
Inodoro (Mujeres)	710.4	563.8
Inodoro (Hombres)	35.2	27.94
Mingitorio	352	0
Lavatorio y Grifos	7923.83	3899.3
Total (g/día)	9021.43	4490.77
Total (m3/día)	34.15	17.00
Costo (día) 3.66 x m3	S/.124.99	S/.62.22
Costo (mes)	S/.3749.7	S/.1617.72
Costo (año)	S/.44996.4	S/.19412.64

4.4.4. Energía y atmósfera

4.4.4.1.Propuesta 1 Cambio a luminarias LED

Beneficios ambientales

Las luminarias LED son hasta un 80% más eficientes energéticamente que otros tipos de luminarias, ya que durante su uso convierten el 95% de la energía de su energía en luz y apenas el 5% se convierte en calor, a diferencia de las luminarias fluorescentes que apenas convierten el 5% en luz y el 95% en calor.

El tiempo de vida de las luminarias LED es tres veces mayor que las luminarias fluorescentes por lo tanto no es necesario reemplazarlas con tanta frecuencia, lo cual reduce la cantidad de residuos generados. Por otro lado, al culminar su ciclo de vida estas resultan menos nocivas para el medio ambiente ya que no contienen mercurio, ni materiales tóxicos como los fluorescentes.

Beneficios sociales

Las luminarias LED producen una luz nítida y brillante que permite un mayor confort para los ocupantes de los diferentes ambientes.

Las bombillas tienen una baja emisión de calor ya que son diseñadas con un disipador de calor que evita una sobrecarga disminuyendo la probabilidad de descargas eléctricas y a su vez mantiene los espacios a temperatura ambiente.

Beneficios económicos

Como se evidencia en la Tabla 43 el consumo energético de las luminarias LED representa el 50% del consumo energético las luminarias fluorescentes, que en un periodo de 3 años que es el periodo de garantía de las luminarias representa un ahorro económico de S/. 13,802.24.

Por otro lado, las luminarias LED tienen una duración entre 30.000 y 50.000 horas, hasta que su luminosidad decae por debajo del 70%, eso significa entre 10 y 30 años en una aplicación de 10 horas diarias 300 días/año, lo cual reduce sus costes de mantenimiento y remplazo.

Tabla 43.
Costos de operación de luminarias.

	Unidades	Fluorescentes 1.2 m	LED
Consumo de lámparas	watts	36	18
Cantidad de luminarias	und	608	608
Consumo total de lámparas	kw/h	21.888	10.944
Consumo energético mensual	kw/h	2954.88	1477.44
Consumo por facturación 25.95 cent S./kwh	cent S./kwh	76679.136	38339.568
Consumo mensual	S./kwh	S/.766.79	S/.383.40
Gasto 3 años		S/.27,604.49	S/.13,802.24
Ciclo de vida	Horas	30000- 50000	8000

4.4.4.2. Propuesta 2 implementación de un sistema fotovoltaico

Beneficios ambientales

Los sistemas fotovoltaicos durante los últimos años han sido la alternativa más viable para reemplazar a los sistemas convencionales de energía que generan un gran impacto en el medio ambiente. Uno de los beneficios más claros de este tipo de energía es la reducción de emisiones de CO₂ debido a que este proceso no genera combustión dentro de su proceso. De acuerdo con Blanco et al. (2023) por cada kilovatio hora (KWh) producido por energía fotovoltaico se reduce 0.6 Kg/KWh de emisiones de CO₂. Lo que equivale a 1,752 Kg/KWh de CO₂ al año.

Por otro lado, Pérez (2017) muestra un escenario al 2050 en el cual se aplica la energía solar fotovoltaica como principal sistema de abastecimiento energético a nivel mundial cuyo

resultado reflejaría una reducción del 80% de emisiones relacionadas a la producción de energía respecto al año 1990. Reduciendo así las consecuencias del Calentamiento Global (Blanco et al., 2023).

Beneficios sociales

La energía solar es una fuente renovable e inagotable que genera energía reduciendo el uso de combustibles fósiles que muchas veces generan dependencia de los países a otros con esta materia, de esta manera se permite a los países desarrollar sus propias tecnologías.

El uso de sistemas no convencionales de energía mejora la eficiencia de la red frente a problemas técnicos derivados de la red eléctrica pública como apagones o bajadas de tensión. Del mismo modo proporciona una mayor seguridad en la red frente al riesgo de sobrecargas o incendios en centros de transformación (Blanco et al., 2023).

Beneficios económicos

La energía solar fotovoltaica representa un elevado ahorro económico que genera cero costos de producción cuyo costo de abastecimiento es independiente a las fluctuaciones del mercado. De acuerdo a estudios de aplicación en diferentes países de Latinoamérica e incluso Perú demuestran con datos el ahorro económico derivado de la implementación de sistemas fotovoltaicos como es el caso de estudio “Análisis beneficio-costos de la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en el Campus Aguas Claras de la Universidad Santo Tomás Sede Villavicencio, Meta que demostró que la implementación del sistema correspondía a un ahorro energético de 18.095,616 kW/mes, que en términos monetarios correspondían a \$47.459.360 millones de pesos anuales (Benito & Ruiz, 2018).

Por otro lado, en el estudio “Generación eléctrica con sistemas fotovoltaicos para reducir el

costo por consumo de energía eléctrica de la Universidad Nacional del Centro del Perú” (Vasquez Leon, 2020) donde se hizo una inversión de S/ 165,170.00 se logró una producción energética de 106,385.00 kWh/Año que representa un ahorro anual de S/. 22,340.94.

Como se refleja en los casos presentados el único coste asociado a la implementación de este sistema es el derivado al estudio de factibilidad, fabricación de materiales e implementación del mismo que si bien es cierto tiene un coste bastante elevado esta sería una única inversión que podría recuperarse en un periodo aproximado de 10 años.

4.4.5. Materiales y recursos

4.4.5.1. Política de compras sostenible

Beneficios Ambientales

- Permite utilizar productos que evitan o reducen la generación y emisiones a demás que facilitan su posterior recuperación y su adecuado reciclado
- Utilizar productos que son fabricados de recursos gestionados de manera sostenible.
- La adquisición de materiales que generen el menor impacto ambiental global posible garantiza una mejor calidad de dicho producto

Beneficios Sociales

- Promueve el desarrollo local de las empresas que brindan los productos lo que permite una mayor vinculación entre la universidad y sus proveedores.

Beneficios Económicos

- Permite a la universidad reducir un porcentaje de sus costos al momento de realizarlas compras de los materiales necesario para el pabellón

4.4.5.2. Política de renovación y mantenimiento de instalaciones

Beneficios ambientales

- Permite reducir el volumen de residuos generados al momento de realizar las renovaciones o mantenimientos de las instalaciones según sean requeridos.

Beneficios Sociales

- Permite tener una agenda proveedores que nos brinden materiales para la renovación de las instalaciones.

Beneficios Económicos

- Permite reducir los costos al momento de comprar materiales para la renovación de las instalaciones.

4.4.5.3. Desempeño de Residuos

Beneficios ambientales

- Permite que se haga una correcta segregación de los residuos generados en el pabellón F por los ocupantes.
- Permite reaprovechar los materiales a través de la separación de los residuos que se puedan reciclar y desechar de manera correcta.
- El uso de la máquina Ecoven permite reducir la mala segregación de botellas de plásticos.
- Disminución de plagas de moscas, mosquitos y otros producto de la descomposición de la materia orgánica.

Beneficios Sociales

- Se genera una concientización sobre la correcta segregación por parte del personal que ocupa el Pabellón F y ellos podrían ponerlo en práctica en diferentes ambientes.
- Refuerza la conservación del medio ambiente para nuestros descendientes y para las nuevas generaciones.
- Permite transformar la calidad de vida del personal y el bienestar en la sociedad.
- Al hacer uso de la maquina Ecoven el consumidor tendrá la satisfacción de contribuir al cuidado del medio ambiente
- Permite al público que participa obtener servicios o productos canjeables gracias a la contribución que ellos hacen.

Beneficios Económicos

- Se puede llegar a obtener una ganancia al momento de vender los residuos a empresas recicladoras.
- Al utilizar patrocinadores en las maquinas Ecoven permite reducir el costo de la implementación de estas en el pabellón F.

4.4.6. Calidad del ambiente interior (Aire interior) 4.3.6.1.

4.4.6.1. Mínima eficiencia de la calidad del aire interior

Beneficios ambientales

Al mantener la ventilación natural de los ambientes, se evita el consumo de energía de equipos electromecánicos para la inyección y extracción de aire por consiguiente se disminuye el consumo energético y sus consecuencias ambientales.

Beneficios sociales

La ventilación de los ambientes está relacionada directamente con agentes biológicos, físicos y químicos que podrían alterar la salud de los ocupantes, disminuyendo el riesgo de alergias, infecciones e incluso fatiga y molestia. Un ambiente ventilado contribuye al confort y bienestar de los usuarios de la edificación, permitiendo la dilución de ciertos contaminantes generados por el personal y otros que puedan generarse producto de las actividades que se desarrollan.

Los monitoreos permanentes permiten que la calidad de aire interior sea la óptima durante todas las actividades que se desarrollen, sin embargo, el personal podría no percibir una disminución en el flujo de ventilación.

Beneficios económicos

En términos económicos la ventilación natural es la mejor opción para mantener el flujo de aire en el ambiente, sin embargo es necesario concientizar al personal sobre mantener ventanas y puertas abiertas durante la realización de sus actividades. En caso los monitoreos de concentración de CO₂ fueran mayores al estándar mínimo se debe considerar la instalación de ventiladores mecánicos que a pesar de tener un costo de inversión permitirían obtener ahorros en términos de gastos médicos, absentismo laboral, entre otros.

4.4.6.2. Control del humo de tabaco

De acuerdo con Raaijmakers & Borne (2003) en su artículo “Relación coste-beneficio de las políticas sobre consumo de tabaco en el lugar de trabajo” podemos describir los siguientes beneficios.

Beneficios ambientales

- Promover la disminución de consumo de tabaco, contribuye a la disminución de la deforestación, al año se necesitan 11 toneladas métricas de bosque para la producción de tabaco (FAO, 2021).
- Disminución de residuos sólidos.
- Mejora de la calidad ambiental de los ambientes.

Beneficios sociales

- Uno de los principales beneficios de las políticas de control de humo de tabaco es que se contrarresta el consumo involuntario de esta sustancia, lo que reduce la probabilidad de existencia de enfermedades respiratorias, problemas de cardiopatía y cáncer de pulmón.
- Mejora el confort de los usuarios, al no tener todos los mismos gustos y cultura.

Beneficios económicos

- El consumo de estas sustancias puede significar un incremento en costos de mantenimiento, limpiezas más extensas y mayor ventilación en los ambientes.
- El humo del tabaco disminuye el ciclo de vida de los equipos como ordenadores e instrumentos de precisión.
- En Inglaterra el 8.9% de incendios generados en edificaciones tuvieron como fuente el tabaco. El no permitir el consumo de tabaco en las edificaciones disminuye costos de seguro, ya que disminuye el riesgo de incendios (FAO, 2021).

4.3.6.3. Limpieza sostenible

Beneficios ambientales

- Hacer un uso adecuado de los insumos permite ahorrar en costos de adquisición y a su vez disminuye la contaminación de agua y la reducción de emisiones de CO₂.
- La propuesta de uso de productos ecológicos tiene mayor facilidad de uso y tienen mayor facilidad de ser reciclados.

Beneficios sociales

La limpieza sostenible reduce el riesgo de sufrir intoxicaciones, alergias por la inhalación de gases tóxicos o quemaduras por un mal uso de productos químicos de limpieza. Por otro lado, el sistema de limpieza utilizado debe ser ergonómico para los trabajadores, lo cual permita dar continuidad a su labor resguardando su integridad física.

Beneficios económicos

A pesar de tener el sistema de limpieza tercerizado es importante que la institución este comprometida con resguardar la integridad física de toda aquella persona que se encuentre en sus instalaciones, de acuerdo a la Ley 29783: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, la institución tiene el deber de prevención en seguridad y salud de toda aquella persona que labore, opere y transite por sus instalaciones, y en caso sucediese un incidente a causa de las actividades de limpieza, la responsabilidad recaería en la universidad.

4.3.6.4. Gestión integrada de plagas

Beneficios ambientales

El uso de plaguicidas biológicos disminuye la probabilidad de contaminación de suelo ya que

al terminar su función los microorganismos inyectados mueren y se descomponen convirtiéndose en humus para el suelo a diferencia de los plaguicidas sintéticos cuya descomposición es nula o requiere de mucho tiempo durante el cual la calidad del suelo disminuyendo su fertilidad.

Por otro lado, este tipo de insumos no generan residuos peligrosos que requieran un tratamiento diferenciado del resto de residuos.

Beneficios sociales

El uso de insumos de carácter biológico reduce el riesgo de sufrir intoxicación por inhalación o contacto de sustancias químicas. Todo manejo de sustancias químicas debe hacerse bajo una capacitación dado que estas sustancias tienen diferentes niveles de toxicidad y muchos deben ser diluidos de manera manual y una inadecuada maniobra podría afectar la salud de los operadores.

Beneficios económicos

El uso de plaguicidas biológicos tiene un beneficio económico que se puede evaluar a largo plazo, el uso de plaguicidas sintéticos al alterar la calidad del suelo hace que se requiera mayor cantidad de estos productos para devolverle sus propiedades, sin embargo, los plaguicidas biológicos mantienen este equilibrio de manera natural.

4.4.7. Innovación y prioridad regional/Profesional Acreditado LEED

Beneficios ambientales

El tener la oportunidad de contar con un personal acreditado LEED dentro del equipo de trabajo encargado de obtener la acreditación permite que guíe y ayude a los demás en las diferentes etapas y contando con la experiencia que él tiene se puede reducir el consumo de

recursos generados durante el proceso de acreditación.

Beneficios sociales

El contar con un personal acreditado LEED permite que el equipo que se encuentre trabajando a su lado pueda aprender de forma más profunda sobre la acreditación y además que puedan resolver sus dudas de forma directa.

El tener la oportunidad de acreditar a un profesional de arquitectura o ingeniería de la Universidad Católica de Santa María permite que el especialista pueda ayudar en futuros proyectos a la Universidad.

Beneficios Económicos

Financiar el curso de acreditación LEED para un estudiante de la Universidad Católica Santa María permite que se pueda contar con el mismo personal para futuras acreditaciones que se puedan dar dentro de la Universidad reduciendo el costo que se podría generar al contratar un personal externo.

4.4.8. Discusión

Cada medida de sostenibilidad fue evaluada en términos ambientales, sociales y económicos con el objetivo de demostrar que su implementación permitiría a la institución ser una construcción sostenible. A continuación, discutiremos los principales hallazgos del estudio.

En cuanto al recurso agua nuestro análisis demostró que la sustitución de accesorios sanitarios permite a la institución ahorrar un 50.22 % del consumo de la línea base de agua, el cual si es comparado con los resultados de estudios similares se puede notar que este se encuentra dentro del promedio de dichos resultados como es el caso del estudio realizado por J. M. Rodríguez (2017) quien aplicando la misma medida de sustitución de accesorios logro un ahorro del 57.66% de este recurso y del mismo modo en el estudio realizado por Chávez (2016) donde pudo demostrar que con la aplicación de esta medida la eficiencia del uso del agua incremento en un 41.94% teniendo como línea base un 11% de eficiencia. Estos ahorros no solo se ven reflejados en el recurso, sino también en la facturación mensual que permite un ahorro del 40.92% similar al resultado demostrado en el estudio realizado por Girón & Mina (2016) donde ahorra un 46.39% en su facturación y la inversión realidad puede ser recuperada en 3.76 años.

Por otro lado, si comparamos los resultados encontrados en cuanto el ahorro energético tras la aplicación de medidas de sostenibilidad Girón & Mina (2016) demuestra que estas medidas significan un ahorro en su facturación del 44.72% con una inversión recuperable en 4.18 años. En nuestro estudio se evaluaron diferentes medidas de sostenibilidad de los que obtuvimos los siguientes resultados, se evaluó la sustitución de las luminarias interiores por luces led con lo que se puede ahorrar un 50% del consumo, en cuanto las luminarias exteriores si fueran reemplazadas por luminarias independientes fotovoltaicas permiten a la institución ahorrar un 100% del consumo energético y por último se puede evaluar la sustitución de equipos de

laboratorios por equipos que tengan la certificación ENERGY STAR, sin embargo, esta medida no es una opción viable a corto plazo dada la cantidad de equipos que se encuentran en el edificio y el alto costo que implicaría. Esta medida debe ser evaluada para efectuarse en un largo plazo ya que de acuerdo con la línea base estos equipos significan un 90% del consumo total del pabellón F. En términos económicos la evaluación de indicadores de manera individual no muestra resultados atractivos sin embargo al evaluar todas las medidas en conjunto los indicadores económicos resultan más atractivos, cabe mencionar que la inversión implica costos elevados, pero estos pueden ser recuperados en un máximo de 5 años.

Al evaluar las diferentes medidas de sostenibilidad propuestas se puede concluir que se pueden realizar cambios que generen ahorros económicos sin modificar la estructura del edificio lo que demuestra que cualquier edificio puede convertirse en una construcción verde apesar de estar ya en funcionamiento, un ejemplo de ello es la Pontificia Universidad Católica del Peru que a la fecha tiene 7 edificios certificados en los niveles platino, oro y plata. Las principales características de sus edificaciones es la optimización de la energía mediante la ventilación natural disminuyendo en un 30% anual en energía operativa y un máximo uso de luz natural en todos los espacios que le permite ahorrar un 52% de energía eléctrica.

Así mismo, considera áreas paisajísticas basadas en la siembra de plantas nativas de bajo consumo de agua, el proyecto instalado cuenta con un sistema de riego por goteo y el 100% de agua utilizada para riego esta conformado por aguas grises. (Certificación LEED, (S/F))

La implementación de medidas de sostenibilidad y una posible certificación permite a la universidad ser mejor reconocida a nivel regional e incluso a nivel nacional al identificarse como una Universidad comprometida con el medio ambiente

4.5. Diseño de un modelo virtual del pabellón F con las medidas de sostenibilidad planteadas

Se realizó un modelamiento en 3D del pabellón F en el programa Sketch Up tomando medidas aproximadas de la estructura obtenidas con el programa Google Earth. Se realizaron los cambios externos de acuerdo con las propuestas descritas en el procedimiento anterior.

Dentro de los principales cambios se encuentran el cambio de luminarias, implementación de estructuras metálicas a los focos externos del auditorio, implementación de un techo verde y cambio de vegetación del área verde principal del pabellón.

Por último, para tener una imagen más cercana a la realidad el modelamiento en 3D lo pasamos al programa Lumio de donde extrajimos las imágenes más resaltantes del trabajo.

A continuación, se muestra el resultado final de la modelación virtual de pabellón con las medidas de sostenibilidad externas propuestas. La Figura 22 muestra una vista de la fachada principal del pabellón en la que se puede identificar cambios en el área verde, de acuerdo con el Plan de Sostenibilidad y Sustentabilidad para el pabellón F de la Universidad Católica de Santa María detallado en la Tabla 25 donde se propone un cambio de vegetación que reemplace el césped por especies endémicas que tengan un bajo consumo de agua.

Figura 22.

Fachada principal del pabellón F.



La Figura 23 muestra una vista nocturna de la fachada principal del pabellón F con la implementación de Luminarias solares independientes cuyo faro de iluminación tiene un ángulo de apertura $143.4^{\circ} \times 144.4^{\circ}$.

Figura 23. Vista nocturna del pabellón F.

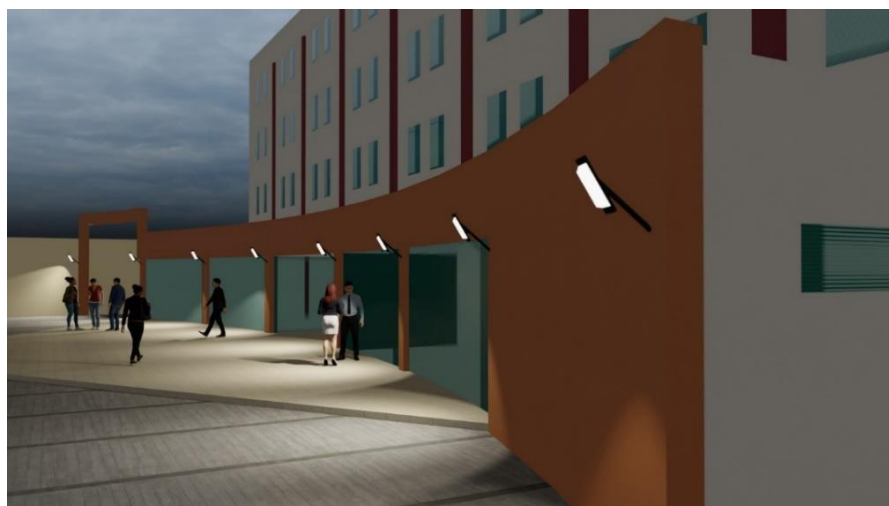
Vista nocturna del pabellón F.



La Figura 24 nos muestra una vista nocturna del exterior del auditorio Santa María con la implementación de estructuras metálicas a las luminarias lo cual les permite tener un Angulo de inclinación que guie la luz hacia el suelo evitando su disipación hacia el cielo.

Figura 24.

Vista auditorio Santa María.



La Figura 25 muestra una vista del área de techo donde podríamos implementar áreas verdes, este espacio estará caracterizado por tener especies de suculentas y cactáceas.

Figura 25. s verdes.

Techos verdes.



Por último, las Figuras 26 y 27 detallan el mejoramiento de los tachos de residuos sólidos con los colores actuales de la NTP 900.058 2023 para residuos municipales, así como una posible

ubicación para la maquina Reverse Vending Recycle.

Figura 26.

Tachos RRSS colores actualizados



Figura 27.

Ubicación maquina Reverse Vending Recycle.

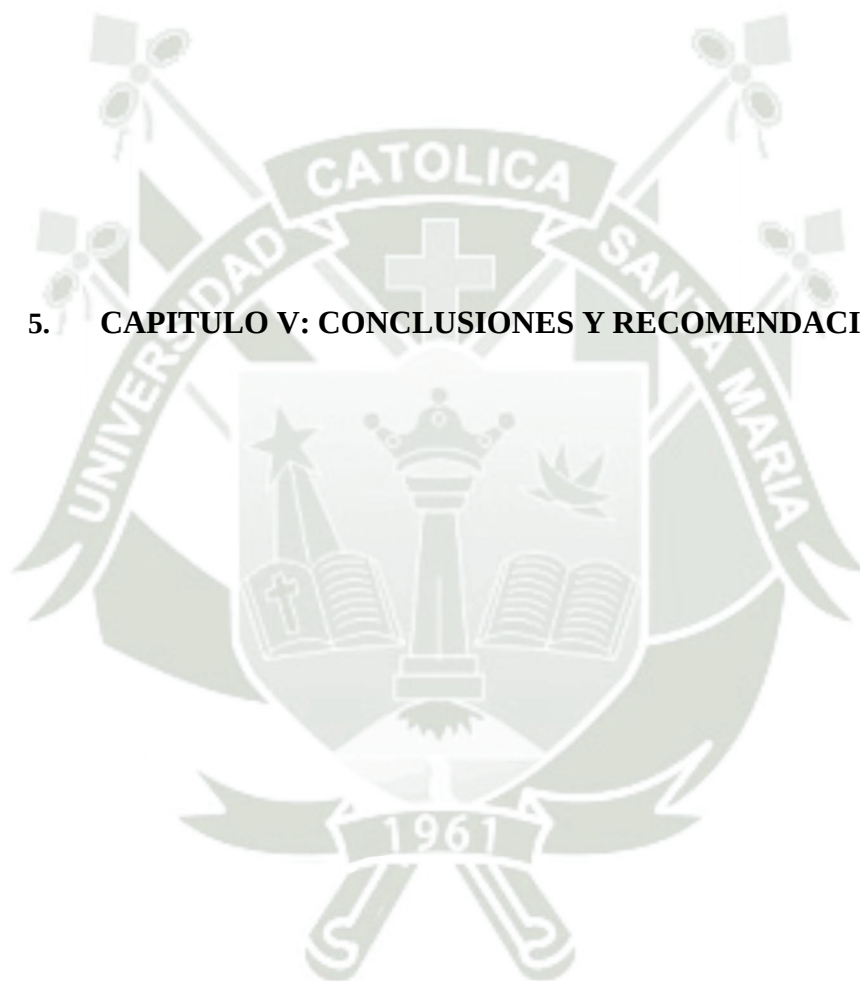


4.5.1. *Discusión*

La simulación virtual es una herramienta que permite materializar las propuestas de un proyecto, como lo menciona Jorge Farfán Rosales en su tesis de “Representación virtual del espacio arquitectónico”, es necesario tener métodos que representen gráficamente una idea y asu vez sean de fácil entendimiento para todas aquellas personas que estén envueltas en un proyecto facilitando así la toma de decisiones entorno al mismo. En el caso de nuestro proyectola simulación virtual de las medidas de sostenibilidad externas propuestas nos permiten identificar aquellos espacios que pueden ser aprovechados de una manera más eficiente como es el caso de la azotea ubicada sobre el auditorio Santa María en la cual se puede implementar un techo verde con un área aproximada de $33.16 m^2$. Del mismo modo en la actualidad se busca optimizar el uso del agua, sin embargo, sabemos que el césped como tal es una hierba que requiere entre 7 a 10 litros de agua por m^2 dependiendo de la estación del año, por lo tanto es necesario diseñar espacios verdes de acuerdo al clima y la vegetación de nuestra región (Rizzardini, 2021), como se muestra en la Figura 25 proponemos cambiar esta vegetación por succulentas y cactáceas que son especies que no requieren de grandes gastos mantenimiento ni irrigación.

Como parte de las medidas externas previstas se realizó la simulación de la instalación de las luminarias fotovoltaicas que tal como se puede observar en la Figura 20 estas tienen un ángulo de apertura de 144° suficiente para alumbrar las zonas aledañas a la edificación disminuyendo la necesidad de incrementar luminarias, por otro lado estas luminarias controlan la contaminación luminosa al emitir la luz hacia el pavimento al igual que las luminarias del auditorio Santa María que con los soportes metálicos propuestos no tienen un ángulo mayor a 70° lo que limita la disipación de la luz hacia el cielo.

5. CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



5.3. Conclusiones

- Las edificaciones sostenibles son el resultado de un conjunto de medidas que se desarrollan desde su concepción hasta el final de su ciclo de vida, sin embargo, esto no amerita que no se puedan implementar cuando la construcción este ya en operación. Estas medidas contribuyen en gran medida con la lucha contra el cambio climático, los escasos recursos y uso desmedido de recursos, para poder determinar estas medidas se realizó un diagnóstico sobre la sostenibilidad actual del pabellón F con el que pudimos concluir principalmente que el pabellón F de la Universidad Católica de Santa María tiene un consumo energético anual de 38915.90 kWh, siendo los equipos de laboratorio los que representan un 59% de este consumo y en cuanto al consumo de agua se identificó que el pabellón F tiene un consumo mensual de 9021.43 gal.
- Las medidas de sostenibilidad propuestas nos permiten obtener diferentes beneficios ambientales, económicos y sociales a mediano y largo plazo no solo para la institución si no que se ven reflejadas en la sociedad, en el presente estudio se pudieron plantear diferentes propuestas para cada área de enfoque que estudia la certificación LEED.
- Los principales beneficios de las medidas de sostenibilidad propuestas se ven reflejados en los aspectos de agua y energía, el cambio de luminarias en el pabellón F de la Universidad Católica de Santa María permite a la institución ahorrar 1477.44 kW/h al mes lo que en términos económicos en un periodo de 3 años representa S/. 13,802.25 y en cuanto al consumo de agua el cambio de accesorios representa un ahorro del 50.22% de agua que equivale a S/. 25583.76.
- Mediante el programa Sketch Up se realizó un modelamiento virtual del pabellón F con las medidas de sostenibilidad externas planteadas, tales como techos verdes, cambio de vegetación de las áreas verdes presentes y cambio de luminarias exteriores, se realizaron vistas diurnas

para apreciar la vegetación que mantiene el paisajismo del espacio y vistas nocturnas en las que se pudo apreciar los ángulos de apertura de las luminarias solares, confirmando su utilidad en su implementación.



5.4. Recomendaciones

- Se recomienda poder implementar un medidor de luz y agua para cada edificación que permita tener una línea base de consumo que refleje la realidad de la edificación y así poder llevar un registro de los consumos con el fin de poder evaluar las variaciones que estos tendrían al implementar las medidas de sostenibilidad y así mismo nos pueda permitir identificar la ocurrencia de algún sobre consumo que necesite de una evaluación.
- Se recomienda que la implementación de las medidas de sostenibilidad sea acompañada de capacitaciones y divulgación de las diferentes medidas a implementar para así poder generar una cultura de sostenibilidad en los ocupantes. Los costos estimados para las áreas de enfoque deben ser validados durante el retorno a clases presenciales ya que los costos que se tomaron en cuenta para el estudio son valores aproximados tomando en cuenta datos de años anteriores.
- Se recomienda hacer un seguimiento del comportamiento generado al implementar las medidas de sostenibilidad y así poder analizar cuáles son los resultados en los aspectos ambientales, sociales y económicos con la finalidad de buscar mejores medidas según sea el caso para el pabellón F, para lo cual se debe considerar la conformación de un equipo técnico que congregue ingenieros y arquitectos que permitan tener diferentes puntos de vista que alimenten la idea del edificio verde.
- Se recomienda que la Universidad Católica de Santa María pueda dar un tratamiento biológico a los residuos orgánicos generados en el Pabellón F, principalmente aquellos productos de la actividad de poda: hojarasca, ramas de árboles y hojas las cuales mediante un proceso de descomposición se puede generar abono para ser utilizado en las plantas que se encuentran aledañas a la edificación cerrando así el ciclo de vida de la materia orgánica.

- Se recomienda poder realizar un modelado virtual de todas las medidas de sostenibilidad planteadas tanto internas como externas y así poder tener una imagen más cercana al comportamiento que adoptará la edificación.





CAPITULO VI: REFERENCIAS

- Alvarado, J., & Jaramillo, J. (2010). Sistemas fotovoltaicos para iluminación: Sistemas de iluminación en 12 v. *Universidad Técnica Particular de Loja*. Descargado de [Http://Www. Utpl. Edu. Ec/Jorgeluisjaramillo/Wp-Content/Uploads/2010/06/Renlux-Sistemas-de-Iluminacion-12V. Pdf](Http://Www.Utpl.Edu.Ec/Jorgeluisjaramillo/Wp-Content/Uploads/2010/06/Renlux-Sistemas-de-Iluminacion-12V.Pdf).
- Benito, M. G. M., & Ruiz, C. K. J. (2018). *Análisis beneficio-costos de la implementación de un sistema de energía solar fotovoltaica en el campus Aguas Claras de la Universidad Santo Tomás sede Villavicencio, Meta*.
- Blanco, C. J., Gómez, Y., & Colmenares, J. D. (2023). *Propuesta del diseño de un sistema fotovoltaico para los parqueaderos del conjunto residencial portal del sol de la ciudad de Bogotá para demostrar los beneficios sociales, económicos y ambientales de su implementación*.
- Blas, N., & Rubí, A. E. (2017). *Estimación de ecoeficiencia en edificios tradicional e inteligente, en el campus universitario de la PUCP*.
- Bravo, F. J. (2013). *Propuesta de renovación eco eficiente de edificios universitarios: el caso del edificio R-3 de la Universidad Andrés Bello, campus República*.
- BREEAM. (2015). *BREEAM El certificado de sostenibilidad en construcción líder en el mundo*. <https://breeam.es/internacional/>
- Bustamante, S. Y. (2011). Ecoeficiencia en la universidad hacia un desarrollo sostenible. *Gestión En El Tercer Milenio*, 14(27), 47–53.
- Castro, Manuel, Campos. (2012). *Estrategia para certificar en operaciones y mantenimiento el edificio de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad*

de Costa Rica mediante el sistema de evaluación LEED-EB O&M [Tesis de maestría].

Universidad de Costa Rica.

Certificación LEED. (s/f). Clima de cambios. Recuperado el 8 de julio de 2023, de <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/la-pucp-frente-al-cambio-climatico/medidas-dentro-del-campus/certificacion-leed/>

Chavarría, F., & Herrera, A. (2017). Programa de Gestión Ambiental Institucional de la Universidad Nacional (PGAI-UNA): Control ambiental universitario 2017-2021. Universidad Nacional, Costa Rica. Programa de Gestión Ambiental Institucional.

Chávez, J. M. (2016). Incremento de la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos de edificios mediante la herramienta LEED V4 (Proyecto Centro Colonial-Lima Cercado). Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.

Córdoba, H. P., Romero Sanabria, X. del P., & Rueda Fajardo, A. M. (2016). Análisis de Conveniencia para la Implementación de la Auto-Sostenibilidad Ambiental en la Sede A de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

De todo para tu casa y obra, Recojo en tienda, Devoluciones Gratis | Sodimac. (s. f.). <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2641550/hermetico-led-18w-luz-fria/2641550/la>

El Comercio. (2018). Construcciones sostenibles para sobrevivir al futuro. Diario El Comercio. <https://archivo.elcomercio.pe/amp/construyebien/noticias/construcciones-sostenibles-sobrevivir-al-futuro-noticia-1993109>

- Environmental Protection Agency (EPA). (2009). Buildings and the Environment: A Statistical Summary. *Asuhan Kebidanan Ibu Hamil*, 53(9), 1689–1699.
- FAO. (2021). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. *Evaluación de Los Recursos Forestales Mundiales 2020*. <https://doi.org/10.4060/CA9825ES>
- Girón, A. O. S., & Mina, M. L. J. (2016). *Estudio para certificación leed en energía y atmósfera y eficiencia en el uso del agua para el campus de postgrados de la Universidad Don Bosco en Antigua Cuscatlán*.
- Global ABC. (2018). *2018 Global Status Report Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector*.
- González, C. C., Gutiérrez, L. V. H., Gallego, C. M., & Londoño, I. V. R. (2023). Procesos de gestión: edificios sostenibles vs. edificios tradicionales. *Revista Activos*, 17(2), 177–203.
- Gutiérrez, P. J., & González, D. A. (2005). Ambientalizar la universidad: un reto institucional para el aseguramiento de la calidad en los ámbitos curriculares y de la gestión. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(7), 1–14.
- Heredia-Campo, M. P., & Mesa-Fernández, D. J. (2018). Consideraciones de los programas de formación de alto nivel en la política nacional de ciencia y tecnología en Colombia. *Revista Educación En Ingeniería*, 13(25), 108–116.
- ICAA - LNA. (2020). *Instituto costarricense de acueductos y alcantarillados laboratorio nacional de aguas*.
- International Finance Corporation. (2018). *Edificios Verdes para un planeta mas inteligente*.

- Lecca, D. G. K., & Prado, C. L. A. (2023). *Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación EDGE y sus beneficios en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso: edificio enel distrito de Santa Anita-Lim.*
- Londoño, J. C. (2009). *Un edificio verde es un edificio inteligente.*
- Lopera, C. A., Lopera Calle, M. P., & Duque, D. A. (2023). La universidad verde: percepcionesde la comunidad universitaria en el proceso de transformación hacia la sostenibilidad. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 57, 157–174.
- Maqueira, Y. Á. (2011). Sostenibilidad y ecoeficiencia en arquitectura. *Ingeniería Industrial*, 29, 125–152.
- Martínez, P. (2015). Ecoeficiencia. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de La Universidad Autónoma de Nuevo León*, 18(71), 34.
- Meoño, F. L. (2015). Aguas residuales y sus Consecuencias en el Desarrollo y la produccion. *Revista de La Facultad de Ingeniería de La USIL*, 2, 9–25.
- MINAM. (2009). Guía de ecoeficiencia para empresas. In *Ministerio del Medio Ambiente delPéru.*
- MINAM. (2015). *Informe Anual 2015: Instituciones Públicas Ecoeficientes.* Ministerio delMedio Ambiente del Péru.
- Reglamento Técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP, (2010).
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Energía del año 2014 Categorías : Combustión Estacionaria y Emisiones Fugitivas*

Ministerio de Energía y Minas Viceministerio de Energía Dirección General de Eficiencia Energética.

Moreno, P., & Montilla, J. (2010). La construcción de edificaciones sostenibles. Perspectivas, estrategias y retos en Latinoamérica. *Ecodiseño & Sostenibilidad*, 0(2), 181–204.

Municipalidad Distrital de Santa María del Mar. (2014). *E.M. 110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energética. Reglamento Nacional de Edificaciones - LICENCIA DE EDIFICACIÓN.*

Naredo, J. M. (2015). *La economía en evolución: historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico.* Siglo XXI de España Editores.

Paredes, M. (2016). *Sustentabilidad en la Construcción de Edificios: Certificación LEED.* 91.

Pérez, G. J. A. J. (2017). *Energía solar fotovoltaica como energía líder en el contexto actual.* Fundación Universidad de América.

Pinzón, J. D., Corredor, A., Santamaría, F., Hernández, J. A., & Trujillo, C. L. (2014). Implementación de indicadores energéticos en centros educativos. Caso de estudio: Edificio Alejandro Suárez Copete-Universidad Distrital Francisco José de Caldas. *RevistaEAN*, 77, 186–200.

Poder Ejecutivo. (2007). *Ley N° 27345 Ley de Promoción del Uso eficiente de energía y su*

Poder Ejecutivo. (2015). D.S. No 015-2015-VIVIENDA Que aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible.

Poder Legislativo. (2009). *Norma Técnica Peruana 370.101-2: 2008 “Etiquetado de eficiencia energética para lámparas fluorescentes compactas, circulares, lineales y similares de uso doméstico. reglamento el D.S. 053-2007- EM.*

Poder Legislativo. (2006). *Norma Técnica IS.010 “Instalaciones Sanitarias para Edificaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por el Decreto Supremo N° 011-2006- VIVIENDA.*

Poder Legislativo. (2014). *Norma Técnica EM.080 “Instalaciones con Energía Solar” del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada por el Decreto Supremo N° 010-2009-VIVIENDA.*

Poder Legislativo. (2023). *Norma Técnica EM.010 “Instalaciones Eléctricas Interiores” del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA.*

Quispe, S. V. G. (2018). *Diagnostico y elaboración de un plan de ecoeficiencia para el decanato de la Facultad de Ciencias Biológicas de La UNSA; Arequipa 2018.* Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Raaijmakers, T., & Borne, I. van den. (2003). Relación coste-beneficio de las políticas sobre consumo de tabaco en el lugar de trabajo. *Revista Española de Salud Pública*, 77(1), 97–116.

Ramirez, A. (2009). *El Movimiento de la Construcción Sostenible.* 56–59.

Rivas, M. M. I. (2011). Modelo de sistema de gestión ambiental para formar universidades ambientalmente sostenibles en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 14(1), 151–161.

Rodríguez, J. M. (2017). *Propuesta de adecuación operativa del edificio de la Facultad de Medicina de la Universidad de Costa Rica según el sistema de evaluación LEED: Operaciones y Mantenimiento v4.*

Rodríguez, M. B. (2017). *Propuesta de diseño de techo verde en azotea para vivienda en zonade expansión urbana en el Distrito de Nuevo Chimbote, 2017.*

Sanchez, D. C. J. (2015). El impacto de la legislación sobre edificios verdes certificados leed en Puerto Rico y su implementación como herramienta para preservar el medio ambiente. *Rev. Der. PR*, 55, 509.

SEAL. (2021). *Pliego tarifario para clientes finales con vigencia a partir del 04 de febrero 2021.*

SENAMHI. (2020). *Clima de la Ciudad de Huancayo*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Del Perú.
<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=arequipa&p=pronostico-detalle>

Terán, A. (2010). El futuro del diseño sismorresistente de las edificaciones de concreto reforzado: Una visión basada en la sustentabilidad. *Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo*, 2(1), 2–16.

Torre, A. L. (2010). *Metodología para el análisis del consumo teórico de energía en edificios universitarios: caso Campus de Baix Llobregat*. Universitat Politècnica de Catalunya.

Torres, G. J. R. (2021). *Análisis de reducción de gases de efecto invernadero con la implementación de celdas solares conectado a red para generación de energía-CP*

Sora 2023. Universidad Nacional del Altiplano.

UCSM. (2023). *UCSM ahorra en más del 30% el consumo de energía eléctrica por cambio desistema de iluminación - Universidad Católica de Santa María*.<https://www.ucsm.edu.pe/ucsm-ahorra-en-mas-del-30-el-consumo-de-energia-electrica-por-cambio-de-sistema-de-iluminacion/>

UCSM. (2020). *Certificadora internacional otorgó ISO 9001 de gestión de la calidad a la UCSM - Universidad Católica de Santa María*.
<https://www.ucsm.edu.pe/certificadora-internacional-otorgo-iso-9001-de-gestion-de-la-calidad-la-ucsm/>

UNJBG. (2017). *Plan de ecoeficiencia para la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman*.

U.S. Green Building Council. (2013). *Guía de referencia para diseño y construcción de edificios*.

U.S. Green Building Council. (2017). *Guía de Conceptos Básicos de Edificios verdes y LEED(Core Concepts and LEED Guide)*.

USGBC. (2009). *Guía de Estudio de LEED Green Associate del USGBC (USGBC LEEDGreen Associate Study Guide)*. In *U.S. Green Building Council*.

Vasquez Leon, H. E. (2020). *Generación eléctrica con sistemas fotovoltaicos para reducir el costo por consumo de energía eléctrica de la Universidad Nacional del Centro del Perú*. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Venegas, Q. S. A., & Piderit, M. M. B. (2018). *Reflectancia de las envolventes verticales y su influencia sobre disponibilidad de luz natural en el cañón urbano de la ciudad de*

concepción. *Revista Hábitat Sustentable*, 8(1), 6–15.

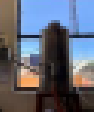
Villa, F. (2009). Construcciones verdes. *Alarife: Revista de Arquitectura*, 17, 39.

Zielinski, S., Collante, M. A. G., & Paternina, J. C. V. (2012). Techos verdes:¿ Una
herramientaviable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa
Marta? *Gestióny Ambiente*, 15(1), 91–104.



ANEXOS

PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION							
Area	Pabellon F	Ubicacion	Laboratorio F-201 A-B				
EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS							
Medidas y objetos a contabilizar	Marca	Tiempo de uso	Consumo	Cantidad	Consumo mensual	Unidades	Imagen
Proyector	Epson	10 horas a la semana	120 VAC 804 W	2	72.96	kwh	
Computadora	Lenovo	44 horas a la semana	20 V 6.5 A 200 w	2	70.4	kwh	
Centrifuga	Breco SC-8	15 horas a la semana	200-340 V 0.5 A 50-60 HZ 25 w	1	1.5	kwh	
Balanza analitica	OHAUS	15 horas a la semana	0-54.5 A 50-60 HZ 0.5-20 V 4W	2	0.48	kwh	
Balanza	Sartorius Entric 822	15 horas a la semana	2 w 0.2 A 100-340 V	2	0.06	kwh	
Ecufa	Practika	15 horas a la semana	1000 w	4	60	kwh	
Liquidora	Oster	15 horas a la semana	220-v 600w 50-60 Hz	1	36	kwh	
Potometro	HANNA HI 22113 pH/ ORP Meter	15 horas a la semana	220 VAC 50 HZ 500 mA 1.2 VDC 200 w	1	12	kwh	
Baño Maria	Mennert	15 horas a la semana	1200 W 230 V 50-60 HZ	2	144	kwh	
Analizador Bioquimico	EMP-568	15 horas a la semana	100-340 VAC 50-0 HZ 70 W	1	4.2	kwh	

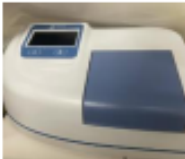
Escufa	Hogplate timer	15 horas a la semana	500 W 50 Hz	1	20	cash	
tridadora de hielo electrica manual		15 horas a la semana	18 w 220 v 60 Hz	1	1.08	cash	
Escufa	TCB-2	15 horas a la semana	220 V 1550 W	2	60	cash	
Escufa esterilizadora	SP- SELECTA	15 horas a la semana	5.2 A 220 V 1200 W 50-60 HZ	1	72	cash	
Escufa esterilizadora	medelco	15 horas a la semana	115 v 50-60 HZ 2000 W	1	120	cash	
Balanza analitica	Sargent welch	15 horas a la semana	9.5-20 V 6 W	1	0.36	cash	
Centrifuga	Centra 60C OLJ	15 horas a la semana	120 V 8 A 60 HZ	1	26.8	cash	
Destilador de agua		15 horas a la semana	3000 w 220 v/mc	1	180	cash	
Espectometro	Unico UV 310	15 horas a la semana	250 v 0.15 A 300 w	1	18	cash	
Analizador quimico manual	MICRO LAB 300 Merck	15 horas a la semana	50-60 HZ 100 v/a. 2.5 A7 200 w	1	4	cash	
Refrigerador	Booth	24 horas 7 dias a la semana	250W	1	235.2	cash	

Luminarias							
	Philips	4 horas lumin-rentables	36w	60	184.30	Kwh	
analizador bioquímico							
	Bioforce	15 horas a la semana	220v/ 60 Hz/ 900 w	1	64	Kwh	
licuadora							
	Finestra	15 horas a la semana	220v/ 1500 w	1	60	Kwh	
Espectrofotometro							
	Synco	15 horas a la semana	220v/ 60 Hz/ 900 w	1	36	Kwh	
balanza							
	Scoutpro	15 horas a la semana	12v 0.5 A 10' w	1	0.6	Kwh	
Liquidora							
	Otro clasico	15 horas a la semana	220v/ 60 Hz/ 700 w	3	64	Kwh	
Consumo mensual TOTAL				100	1701.90	Kwh	
GASTO MENSUAL				25863.4148		Costo: \$r/kwh	
				25863.4148		\$/kWh	

PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION							
AREA DE INVESTIGACION	Pabellón F						
Area	cuarto piso	Ubicación	Laboratorio F-406				
EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS							
Medidas y objetos a contabilizar	Marca	Tiempo de uso	Consumo	Cantidad	Consumo mensual	Unidades	Imagen
Proyector	Epson	30 Horas a la semana	120 VAC 304 W	1	36.48	kwh	
Luces de emergencia	Econo Lux	24 horas 7 días a la semana	3 w 220 v 50 hz	1	2.016	kwh	
alarma contra incendios	ESTACIÓN MANUAL DE SIMPLE ACCIÓN – MS 401U – MIRCORM	24 hr lunes-domingo	1A (g) 30 VDC	1	20.16	kwh	
Baño Maria	Memmert	15 horas a la semana	1200 W 230 V 50-60 HZ	1	72	kwh	
pH metro	HANNA 210	15 horas a la semana	200 w	1	12	kwh	
Balanza analítica	KERN ABS	15 horas a la semana	9.5-20 V 5 W	1	0.36	kwh	
Centrifuga	HETTICH EBA 200	15 horas a la semana	200-240 V 100 W	1	6	kwh	
Polarimetro		15 horas a la semana	230 V/50 Hz, 30 W	1	1.8	kwh	

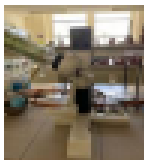
Computadora	DELL	44 horas a la semana	200 W	1	35.2	kwh	
Luminarias	Philips	4 horas lunes-viernes	36w	32	2.88	kwh	
Estufas	Henkel	15 horas a la semana	1350 w	2	182		
Agitador magnetico	Witeg	10 Horas a la semana	230 V/50 Hz, 30 W	1	1.2	kwh	
Espectrofotometro	Kyntel	15 horas a la semana	220 V 60 HZ 900 w	1	54	kwh	
Balanza digital	OHAUS	15 horas a la semana	8-14.5 A 50-60 HZ 9.5-20 V 4W	1	0.24	kwh	
Balanza	Sartorius Entris 822	15 horas a la semana	2 w 0.2 A 100-240 V	2	0.06	kwh	
CONSUMO MENSUAL TOTAL				48	406.396	kwh	
GASTO MENSUAL				8587.14748 Cent. S/./kWh			
				85.8714748 S/. /kWh			

PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION							
AREA DE INVESTIGACION		Pabellón F					
Area	cuarto piso	Ubicación	Laboratorio F-406				
EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS							
Medidas y objetos a contabilizar	Marca	Tiempo de uso	Consumo	Cantidad	Consumo mensual	Unidades	Imagen
Luces de emergencia	Econo Lux	24 horas 7 días a la semana	3 w 220 v 50 Hz	1	2.016	KWH	
Proyector	Sony	30 horas a la semana	120 VAC 304 W	1	36.48	kwh	
Computadora	DELL	44 horas a la semana	200w	1	35.2	KWH	
Polarimetro		15 horas a la semana	230 V/50 Hz, 30 W	1	1.8	kwh	
Balanza analítica	KERN A25	15 horas a la semana	9.5-20 V 6 W	1	0.36	KWH	
Centrifuga	Centra iEC CL2	15 horas a la semana	220v/ 60HZ 0.7A 90 Watt	1	5.4	kwh	
Estufa esterilizadora	Mermert	15 horas a la semana	115 v 50-60 HZ 2000 W	1	120	KWH	
Baño Maria	Mermert	15 horas a la semana	1200 W 230 V 50-60 HZ	1	72	KWH	

Luminarias	Philips	4 horas lunes-viernes	36w	32	92.16	kwh	
telefono	Panasonic	24 horas 7 días a la semana	2 w	1	10.08	KWH	
Espectrofotometro	Boeco	20 horas al mes	100 - 240 VAC, 50/60 Hz 1200 w	1	24	KWH	
Estufa	Typec	15 horas a la semana	1200 w 220 v	1	72	KWH	
Balanza de precision	Sartorius	15 horas a la semana	6 w 11v	1	0.36	KWH	
Estufa	Practika	15 horas a la semana	1500 w 220v 60 hz	1	90	KWH	
Campana extractora de gases 4 pies	Frontier ESCO	15 Horas semanales	400 W	1	24	KWH	
CONSUMO MENSUAL TOTAL				46	585.856	kwh	
GASTO MENSUAL				12379.1373 Cent. S/./kWh			
				123.791373 S/./kwh			

PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION							
AREA DE INVESTIGACION	Pabello F						
Area	cuarto piso	Ubicacion	Laboratorio F-301 A- B				
EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS							
Medidas y objetos a contabilizar	Marca	Tiempo de uso	Consumo	Cantidad	Consumo mensual	Unidades	Imagen
Proyector	Sony	30 horas a la semana	120 VAC 304 W	2	72.96	KWH	
Computadora	LG	44 horas a la semana	200 W	4	140.8	KWH	
Reostato	PHYWE Variable transformator	15 Horas semanales	50	8	24	KWH	
Luces de emergencia	Econo Lux	24 horas 7 dias a la semana	3 w 220 v 50 hz	2	4.032	KWH	
Luminarias	Philips	4 horas lunes-viernes	36w	64	184.32	kwh	
CONSUMO MENSUAL TOTAL				80	426.112	kwh	
GASTO MENSUAL				9003.74656 Cent. S/./kWh			
				90.0374656 S/./kWh			

PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION							
AREA DE INVESTIGACION		Pabello F					
Area	cuarto piso	Ubicacion	Laboratorio F-302				
EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS							
Medidas y objetos a contabilizar	Marca	Tiempo de uso	Consumo	Cantidad	Consumo mensual	Unidades	Imagen
Proyector	Sony	30 horas a la semana	120 VAC 304 W	2	72.96	KWH	
Reostato	PHYWE	5 horas a la semana	36 v	8	1.152	KWH	
Alarma contra incendios	ESTACIÓN MANUALDE SIMPLE ACCIÓN – MS 401U – MIRCOM	24 hr lunes- domingo	1A @ 30 VDC	1	20.16	KWH	
Luces de emergencia	Econo Lux	24 horas 7 días a la semana	3 w 220 v 50 hz	2	4.032	KWH	
Computadora	LG	44 horas a la semana	200 W	4	140.8	KWH	
Luminarias	Philips	4 horas lunes-viernes	36w	32	92.16	kwh	
CONSUMO MENSUAL TOTAL				49	331.264	kwh	
GASTO MENSUAL					6999.60832	Cent. \$/kWh	
					69.9960832	\$/kWh	

PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION							
AREA DE INVESTIGACION	Pabellón F						
Area	cuarto piso	Ubicación	Laboratorio F-383				
EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS							
Medidas y objetos a contabilizar	Marca	Tiempo de uso	Consumo	Cantidad	Consumo mensual	Unidades	Imagen
Refrigerador	BOSCH	24 horas 7 días a la semana	350w	1	235.2	KWH	
Equipo destilación por arrastre a vapor	AMC Ingenieros	15 Horas a la semana	5 lvs 220 v	1	300	KWH	
Computadora	DELL	44 horas a la semana	200w	1	35.2	KWH	
Balanza analítica	Beeco SAS 31 Plus	15 Horas a la semana	0.5-30 V 5 W	2	0.72	KWH	
Estufa incubadora	Mermomat	15 Horas a la semana	115 v 50-60 HZ 2000 W	1	120	KWH	
Balanza	Sartorius	15 Horas a la semana	2 w 0.2 A 100-240 v	1	0.12	KWH	
Agitador termico	VOLP Scientifica	15 Horas a la semana	230v 50/60 HZ 1030w IP21	2	122.4	KWH	
Estufa	Finazza	15 Horas a la semana	220 v 1000w	1	60	KWH	
Rotavapor de gases	Buchi R-114	15 Horas a la semana	15 W 120 VAC 50-60 HZ	2	4.2	KWH	

Campana extractora de gases	Kottmann	5 Horas a la semana	400W AC 220V ± 10% 50 / 60Hz 110V ± 10%, 60Hz	1	8 KWH	
Luces de emergencia	Econo Lux	24 horas 7 días a la semana	3 w 220 v 50 hz	1	2.016 KWH	
Luminarias	Philips	4 horas lunes-viernes	30w	32	92.16 kwh	
Television	Samsung	24 horas a la semana	165 w 240 v	1	15.84 kwh	
Baño Maria	BW -20 G Lab Companion	1 hora mes	230 v	1	0.23 kwh	
Microscopio	Beltac Scientific	5 hrs al mes	6 v 20 w	2	2.4 kwh	
Electromanta	Thermo Scientific	15 Horas a la semana	230 v	4	55.2 kwh	
Bomba al vacio	Welch Gen	2 hrs a la semana	230 v	2	3.68 kwh	
CONSUMO MENSUAL TOTAL				47	980.016 kwh	
GASTO MENSUAL				20707.73811 Cent. \$/ KWh		
				207.0773811 \$/ kWh		

PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION							
AREA DE INVESTIGACION		Pabellón F					
Area	cuarto piso	Ubicación	Laboratorio F-605				
EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS							
Medidas y objetos a contabilizar	Marca	Tiempo de uso	Consumo	Cantidad	Consumo mensual	Medida	Imagen
Mufa	Thermo Scientific Thermolyne S.B. C1 Benchtop Muffle Furnace	2-4 horas 2 veces por semana	120 V / 60 Hz 1800 Watts	1	57.6	kwh	
Estufa	JP Selecta	18-24 horas lunes-viernes	A: 4 V: 230 W: 620 Hz: 50/60	1	441.6	kwh	
Agitador magnetico	VWR 90942-594 Hot Plate / Stirrer	1-3 horas 2 veces por semana	120 Volts AC 50/60 Hz, Single Phase 5.0 Amps 400 Watts	1	14.4	kwh	
Combinador	VWR Analog Vortex Mixer	20-30 min lunes-viernes	230V WATTS 125 AMP 0.6 50/60 HZ 1 PHASE	1	1.35	kwh	
Digestor termico	Thermomixer or TR 220	6-8 horas lunes-viernes	115/230 VAC 50/60 HZ Power 280 W	1	44.8	kwh	
Agitador mecanico	SCI LOGEX SH-0330-Pro	6-10 horas 1 vez semana	100-240V 50/60Hz 30W	1	1.2	kwh	
Destilador de agua	GFL 2004	24 horas lunes-viernes	V: 230 A: 13 Hz: 50/60 KW: 3	1	1440	kwh	
Autoclave	Witeg BAC 47	2-5 horas 2 veces por semana	230VAC AMP10.1 PHASE 2.6 KW 50/60 Hz	1	96	kwh	

Espectrofotómetro	Thermo scientific Genesys 150 UV-Visible spectrophotometer	2-5 horas lun-viernes	40 W 100-240 volts 50-60 Hz	1	4 kWh	
Calentador electotermico	Electrotermal EMVQ 50/CE	2-3 horas 2 veces por semana	220V 150 W 50/60Hz F1 25A	1	3.0 kWh	
Computadora		1-4 horas lun-viernes	200 w	1	10 kWh	
Impresora	HP SHHGC-1503-G2	1-4 horas lun-viernes	220 a 240 VCA (+/- 10 %) 50/60 Hz 3.3 A; 0.941 kWh/semana	1	3.754 kWh	
Spray dryer	LOTECH RC-500	2-4 horas 2 veces por semana	1500W 220V	1	72 kWh	
Oil-free Air Compressor	OLFG60-6	2-4 horas 2 veces por semana	220V 50 HZ 600W 2.8A 20uF	1	20.8 kWh	
Refrigerador	Bosch	24 horas 7 dias a la semana	350W	1	235.2 kWh	
Luminarias	Philips	8 horas lunes-viernes	36w	32	92.16 kWh	
CONSUMO ENERGETICO MENSUAL				47	2552.474 kWh	
GASTO MENSUAL					59883.77562 Cent. \$/kWh	
					529.2277562 \$/kWh	

PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION							
AREA DE INVESTIGACION		Pabellón F					
Area	cuarto piso	Ubicacion	Laboratorio F-406				
EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS							
Medidas y objetos a contabilizar	Marca	Tiempo de uso	Consumo	Cantidad	Consumo mensual	Unidades	Imagen
Balanza analítica	RADWAG-Balances & Scales AS 220.R2	2-6 horas lunes-viernes	110-230V AC 50/60 HZ 12-16V DC 6w	1	0.72	kwh	
Computadora	DELL	2-4 horas lunes-viernes	200w	1	10	kwh	
Impresora	HP	2-4 horas lunes-viernes	115 a 127 VCA (+/- 10%) 60 Hz (+/- 2 Hz) 12 amp 0.505 kWh/semana	1	20.2	kwh	
Digestor Anaerobico	Witeg - WIF 50 Incubador	24 horas 2 veces por semana	200 W	1	38.4	kwh	
Estufa con inyeccion de gases	KINKYO SKC-2- 127PA2	2-6 horas 1 vez por semana	2kw 110-450V/ 50/60HZ	1	48	kwh	
Estufa	Binder	4-24 horas lunes-viernes	300° 1.1 kw 4.8 A 572° 230 V/ 50 HZ	1	528	kwh	
Equipo de ultrasonido	SIA-650W	24 horas 2 veces por semana	220V/ 50HZ 650W	1	124.8	kwh	
Agitador termico	IKA C-MAG HS7	1-2 horas lunes-viernes	230v 50/60 HZ 5000W IP21	1	40.8	kwh	

Equipo de baño maria	Vicking S.R.L. Baño termostatico Modelo Masson	3-4 horas 1 vez por semana	220V 50HZ 5000W	1	16 kWh	
Centrifugador	Table Top Centrifuge PLC-05	20-45 MIN 2 veces por semana	220V 60HZ 0.7A 90 Watt	1	0.54 kWh	
Autoclave	Wison steam Sterilizer Dolphin 38	3-5 horas 2 veces por semana	1600W AC 230V 50/60 HZ	1	64 kWh	
Horno electrico	Nan Yang Kinyu Furnaces Co LTD SG2C-127PB	12-24 horas lunes-viernes	220V 60HZ 76W	1	3360 kWh	
Refrigerador	LG	24 horas toda la semana	59,5 kWh/Mes	1	19.5 kWh	
Campana extractora		12 horas semanal	400W AC 220V ± 10% 50 / 60Hz 110V ± 10%, 60Hz	1	19.2 kWh	
Baño maria	Gemmyco PCW-050E	3-4 horas cada 15 días	3 kw	1	8 kWh	
Luminarias	Philips	4 horas lunes-viernes	36w	32	92.16 kWh	
CONSUMO MENSUAL TOTAL				47	4396.32 kWh	
GASTO MENSUAL					114084.504 Cent. \$/kWh	
					1140.84504 \$/kWh	

PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION							
AREA DE INVESTIGACION		Pabellón F					
Area		Ubicación	Exteriores (pasadizos y áreas externas)				
EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS							
Medidas y objetos a contabilizar	Marca	Tiempo de uso	Consumo	Cantidad	Consumo mensual	Medida	Imagen
Fluorescentes 0.6 m	Luminaria Hermetica Gebler 2x36w T8-IP65 220V	4 HR Lunes- viernes	2x36 W 1x18 W 220 V 50/60 HZ	45	84.8	kwh	
Fluorescente 1.2 m	LÁMPARA ALTO 121 CM 32 WATTS BLANCA PHILIPS	4 HR Lunes- viernes	32 W	5	12.8	kwh	
Marcadores de asistencia	ZKTECO MAS00	12 hr Lunes- domingo	12V CD 3A	8	96.768	kwh	
Alarmas de emergencia	SIRENA 12VDC 30W	24 hr Lunes- domingo	12VDC 30W	2	40.32	kwh	
Luces de emergencia	Opalus Lámpara de Emergencia 01015MD	24 hr Lunes- domingo	220 VAC 60 Hz 1.6 W	2	2.1504	kwh	
Camaras de vigilancia	IP8155HP Cámara IP tipo Box	24 hr Lunes- domingo	AC Max: 14.4W	4	38.7072	kwh	

Alarma contra incendios	ESTACIÓN MANUALDE SIMPLE ACCIÓN – MS-401U – MIRCOM	24 hr lunes-domingo	1A @ 30 VDC	6	120.96	kwh	
Reflectores	Reflector LED IP66	12 hr Lunes-domingo	50W	2	33.6	kwh	
Lamparas	Luminaria	12 hr Lunes-domingo	220 v 40 w	13	174.72	kwh	
	Luminaria LED	12 hr Lunes-domingo	60 W	6	120.96	kwh	
	Luminaria	12 hr lunes-domingo	220 v 40 w	4	53.76	kwh	

Alumbrado externo	Luminaria solar Halo	12 hr lunes-domingo	30 w	1	10.08	kwh	
Alumbrado externo	Farola tipo esfera con equipo de sodio	12 hr lunes-domingo	70 W	1	23.52	kwh	
Maquina dispensadora	IPX4 Modelo 721CDCD13	12 hr lunes-viernes	220V 4A 1 PHASE 60HZ	2	422.4	kwh	
Maquina dispensadora	AMS 39	12 hr lunes-viernes	220-240 V CA 3.5 A 60HZ	2	369.6	kwh	
TOTAL				103	1585.1456	KWH	
GASTO MENSUAL					41134.5283	Cent. S./kWh	
					411.345283	S./kWh	

PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION							
AREA DE INVESTIGACION	Pabellón F						
Area	cuarto piso	Ubicacion	Computo				
EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS							
Medidas y objetos a contabilizar	Marca	Tiempo de uso	Consumo	Cantidad	Consumo mensual	Unidades	Imagen
computadora	Lenovo	50 horas a la semana	20 V 4.5 A 200 w	35	1400	kWh	
fluorescentes	Philips	25 horas a la semana	36w	12	43.2	kWh	
luces de emergencia	Econo Lux	24 horas 7 días a la semana	3 w 220 v 50 hz	2	4.032	kWh	
CONSUMO MENSUAL TOTAL				49	1447.232	kwh	
GASTO MENSUAL					30580.0122	Cent. S/./kWh	
					305.800122	S/./kWh	



PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION							
AREA DE INVESTIGACION		Pabellon F					
Area	cuarto piso	Ubicacion	Auditorio Santa Maria				
EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS							
Medidas y objetos a contabilizar	Marca	Tiempo de uso	Consumo	Cantidad	Consumo mensual	Unidades	Imagen
Parlantes	Parlante Activo SHERIFF	6 horas a la se	600 w	4	57.6	kWh	
microfono		6 horas a la se	3 w	6	0.432	kWh	
Proyector	Sony	6 horas a la se	120 VAC 304 W	1	7.296	kWh	
Computadora	Lenovo	6 horas a la se	20 V 4.5 A 200 w	3	14.4	kWh	
Amplificador		6 horas a la se	800 w	1	19.2	kWh	
Fluorescentes	Philips	6 horas a la se	36w	100	86.4	kWh	
Luces de emergencia	Econo Lux	6 horas a la se	3 w 220 v 50 hz	4	0.288	kWh	
CONSUMO MENSUAL TOTAL				119	185.616	kwh	
GASTO MENSUAL					3922.06608	Cent. S/. /kWh	
					39.2206608	S/. /kWh	

PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION							
AREA DE INVESTIGACION	Pabello F						
Area	cuarto piso	Ubicacion	Laboratorio F-401-402-403-404-407-408-409				
EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS							
Medidas y objetos a contabilizar	Marca	Tiempo de uso	Consumo	Cantidad	Consumo mensual	Unidades	Imagen
Luces de emergencia	Econo Lux	24 horas 7 dias a la semana	3 w 220 v 50 hz	7	14.112	KWH	
Computadora	DELL	44 horas a la semana	200 W	7	246.4	kwh	 s da
Luminarias	Philips	20 horas a la semana	36 w	126	362.88	kwh	
Equipos de laboratorio	Varios	15 horas por semana		189	23694.867	kwh	
CONSUMO MENSUAL TOTAL				329	24318.259	kwh	
GASTO MENSUAL					513844.813	Cent. S/./kWh	
					5138.44813	S/./kWh	



Anexo 1. Estándares UPC para accesorio de plomería interna.

Accesorio	Requerimiento UPC/IPC
Servicio Sanitario (Galones por descarga, gpf)	1.60
Orinal (gpf)	1.00
Ducha (Galones por minuto, gpm*)	2.50
Grifo de lavatorio privado (gpm**)	0.50
Grifo de medición en laboratorios públicos (galones por ciclo de medición)	0.25
Grifos de fregaderos de cocina (gpm)	2.20
Grifos de medición (galones por ciclo)	0.25
*Cuando la medición se realiza en un flujo de agua con la presión de 80 psi	
**Cuando la medición se realiza en un flujo de agua con una presión de 60 psi	

Anexo 2. Encuestas al personal sobre medios de transporte

Transporte hacia la Universidad Católica de Santa María

1. ¿Qué Carrera estudias en la Universidad Católica de Santa María?
2. ¿Cuál es su género?
 - ☐ Hombre
 - ☐ Mujer
3. ¿Qué tipo de transporte utiliza diario para dirigirse a la universidad?
 - ☐ Automóvil Propio
 - ☐ Autobús Colectivo
 - ☐ Bicicleta
 - ☐ Motocicleta
 - ☐ A pie
 - ☐ otro
4. En caso de tomar Autobús ¿Cuántos Autobuses toma para dirigirse a la Universidad?
 - ☐ 1
 - ☐ 2
 - ☐ 3
 - ☐ Ninguno
5. ¿Cuánto tiempo demora en transportarse a la Universidad?
 - ☐ Menos de 30 min
 - ☐ De 30 min a 60 min
 - ☐ De 60 min a 90 min
 - ☐ Mayor a 90 min
6. ¿En qué distrito vive?
 - ☐ Paucarpata
 - ☐ Hunter

- Cerro Colorado
- Cayma
- Yanahuara
- José Luis Bustamante y Rivero
- Mariano Melgar
- Miraflores
- Tiabaya
- Sachaca
- Alto Selva Alegre
- Cercado
- Socabaya
- Otros



Anexo 3. Datos de temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial de la ciudad de Arequipa.

Estación : LA PAMPILLA					
Departamento :	AREQUIPA	Provincia :	AREQUIPA	Distrito :	AREQUIPA
Latitud :	16°24'49.66"	Longitud :	71°32'4.31"	Altitud :	2326 msnm.
Tipo :	MAP - Meteorológica	Código :	11601 7		
AÑO / MES /DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)	
	MAX	MIN		TOTAL	
2/01/2017	23.6	13	68.8	0.1	
4/01/2017	26.2	11.6	59.3	13.1	
5/01/2017	22.4	12.8	70.8	0.8	
6/01/2017	21.8	10.8	73.7	0.3	
9/01/2017	21.8	12.8	56.7	0.7	
10/01/2017	20.8	11.2	75.1	3.2	
11/01/2017	23.6	11.2	69.7	0.2	
12/01/2017	22.6	12.4	67.2	1.3	
13/01/2017	25.4	13	63.7	5	
14/01/2017	22.2	13.8	75.2	17.1	
15/01/2017	22.4	12.8	83.3	8.6	
16/01/2017	21.8	11.4	85.7	5.5	
17/01/2017	2 2	11.8	84.5	3.8	
18/01/2017	21.6	12.4	78.7	3.7	
19/01/2017	2 2	12	82.7	7.8	
20/01/2017	20.4	12.4	83.4	0.4	
21/01/2017	20.6	12.3	78	1.1	
22/01/2017	18.8	12.4	84.5	2.2	
23/01/2017	20.2	12.6	81.8	5	
24/01/2017	2 1	10.6	79.1	0.1	
25/01/2017	21.6	12.6	76.9	15.3	
26/01/2017	21.8	12.8	72.4	1.4	
27/01/2017	21.6	13.4	74.3	2.2	
28/01/2017	23.4	13.2	65.5	0.1	
29/01/2017	2 4	13.8	65.1	0	
30/01/2017	24.4	14.6	73.1	1.3	
31/01/2017	23.8	11.2	65.7	3.2	

14/02/2017	18.8	11.8	81.1	0.7
17/02/2017	17.4	10.4	78.7	4.2
18/02/2017	18.8	12.2	73.7	0.8
21/02/2017	21.6	12	71.9	2.3
23/02/2017	20.8	12.6	76.4	1.7
25/02/2017	19.6	11	73.7	22.9
26/02/2017	20.2	11.6	85.4	11.9
27/02/2017	14.8	11.4	88.3	5.7
28/02/2017	21.8	11.2	79.6	0.3
1/03/2017	22.2	9	74.9	0.3
2/03/2017	22.6	8.8	70.4	6.9
7/03/2017	23.8	12	67.4	0.5
8/03/2017	21.6	8.4	79.3	2.3
9/03/2017	21.4	13.4	85	1.1
10/03/2017	16.8	13.6	86.3	3.3
11/03/2017	21.8	10.4	81.2	0.2
12/03/2017	22.4	12	75.2	0.2
13/03/2017	21.8	11.6	78.5	8.4
14/03/2017	21.2	11	81.6	3.6
15/03/2017	17.8	12.2	91.4	7.9
23/03/2017	21.8	14.8	77.2	6.5
28/03/2017	22.8	13.6	70.7	0.5
30/03/2017	22.8	13.8	72.7	1
29/05/2017	21.4	11.4	55.3	0.5
6/09/2017	23.8	9.8	37.7	0.1
15/09/2017	24.8	11.8	41.6	0.3
12/11/2017	25	11	44	0.1
13/11/2017	24.8	15	44.7	0.2
17/12/2017	24	12	57.2	2.5
19/12/2017	22.8	13.4	60.4	2.7
27/12/2017	21.6	9.8	62.7	1.1
29/12/2017	22.4	11.8	67.6	3
30/12/2017	21.8	11.4	72.8	4.7
1/01/2018	21.4	9.8	56.9	1

11/01/2018	21.8	11. 2	59.7	0.8
15/01/2018	19.6	9.2	62.5	1.4
18/01/2018	22.8	11. 4	62.7	0.3
22/01/2018	22.2	12	71.4	6.4
24/01/2018	23.2	14. 2	62.6	2.9
10/02/2018	21.8	12. 4	69.2	0.5
14/02/2018	22.6	12. 8	74.7	0.8
15/02/2018	22.4	13. 2	72	1.3
22/02/2018	23.8	10. 4	71.8	0.1
27/02/2018	19.8	10	70.2	0.3
21/03/2018	23.8	13. 6	59.7	5.8
4/06/2018	20.6	11. 4	50	0.8
21/07/2018	18.8	11. 8	59.4	1
1/01/2023	24.2	13	50.5	0.7
15/01/2023	22.2	13. 2	72.6	0.8
21/01/2023	25	13. 2	61.4	0.4
22/01/2023	23.2	13. 4	70.1	7.3
25/01/2023	24.8	13. 6	68.6	0.3
27/01/2023	24.6	14	71.6	2.1
28/01/2023	23.2	13. 2	77.1	1.6
29/01/2023	18.8	12. 6	90.8	2.8
30/01/2023	18	13	88.1	12.1
3/02/2023	23.2	12. 6	71.8	1.6
5/02/2023	25.6	14. 4	76.7	1.4
6/02/2023	24.8	15. 2	66.3	1.5
7/02/2023	21.8	14. 8	82	10.7
8/02/2023	20.2	13. 2	85.5	11.3
9/02/2023	17.8	13. 4	90.4	0.9

19/02/2023	22.6	13. 2	71	14.5
20/02/2023	23.8	13. 4	79.6	0.7
21/02/2023	22.6	11. 6	75.2	0.5
1/03/2023	23.8	11	72.2	0.6
2/03/2023	24.2	11. 8	74	6.3
11/03/2023	24.6	14. 2	68	0.6
28/03/2023	23.8	15. 6	64.4	2.6
1/01/2020	24.6	12. 2	55.5	0.9
2/01/2020	22.4	11. 2	75.1	8.1
13/01/2020	26.8	10	59.6	1.5
16/01/2020	25.6	13. 6	58.9	0.4
18/01/2020	27.2	15	67.2	0.1
20/01/2020	27	13. 8	68	4.1
21/01/2020	21.2	14. 8	82.1	10.2
22/01/2020	21	13. 2	83.4	6.9
23/01/2020	17.8	12. 2	91.3	3.5
24/01/2020	18.4	12	86.9	2.6
25/01/2020	20.6	12. 4	92.4	2.7
26/01/2020	22.2	12. 4	81.3	0.9
27/01/2020	23	12	83.6	0.9
28/01/2020	23.2	12. 8	82.6	29.1
29/01/2020	23.2	10. 2	79.1	3.7
8/02/2020	24.6	14	64.4	1.3
9/02/2020	24.8	14. 2	66.5	3.3
10/02/2020	20.4	12. 6	81.7	4.9
11/02/2020	26.4	13. 4	74.8	3.1
12/02/2020	23.6	14. 8	73.2	11.1
18/02/2020	26.2	13. 6	69	1.2

19/02/2020	25.6	14.8	76.5	43.4
21/02/2020	17.8	14.2	90.8	14.9
22/02/2020	21.4	11.6	74.8	1.8
23/02/2020	20.8	12	77.4	2
24/02/2020	21.8	11.8	75.9	27.4
25/02/2020	19.2	11.8	86.1	4
26/02/2020	22	12	79.2	1.4
11/03/2020	24.2	11.8	71.4	3.9
13/03/2020	21.8	12.2	74.1	18.2
14/03/2020	22.4	13.8	77.2	24.3
22/12/2020	24.8	8.2	54.9	3.4
25/12/2020	24.8	13.4	67.4	0.2
27/12/2020	20	10.4	62.9	4.5
28/12/2020	17	10.8	78.7	9.5
29/12/2020	19.6	10	81.7	1
1/01/2021	24.2	12.4	70.9	0.7
2/01/2021	23	12.8	70.7	13.5
3/01/2021	24.2	13.8	82.3	0.1
14/01/2021	21.6	13.2	70	0.2
17/01/2021	22.4	11.6	67.9	0.1
8/02/2021	24.8	12.8	72.5	0.1
21/02/2021	25	10.6	53.6	0.3
28/02/2021	25.2	11.4	67	1.1
Percentil 95				15.39